

**Möglichkeiten und Grenzen einer Anwendung der Simulationstechnik
auf die Bestimmung von Zahlungseingangserwartungen
industrieller Unternehmungen**

– Ergebnisse einer empirischen Untersuchung –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften
der Hohen Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

vorgelegt von
Dipl.-Volkswirt Wolfgang Wirtz
aus Freiburg

1981

**Möglichkeiten und Grenzen einer Anwendung der Simulationstechnik
auf die Bestimmung von Zahlungseingangserwartungen
industrieller Unternehmungen**

– Ergebnisse einer empirischen Untersuchung –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften
der Hohen Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

vorgelegt von
Dipl.-Volkswirt Wolfgang Wirtz
aus Freiburg

1981



Dekan: Prof. Dr. H.-J. Brink
Referent: Prof. Dr. R.-B. Schmidt
Korreferent: Prof. Dr. H.-J. Brink

Die Gutachter wurden durch die Fakultät bestimmt.

Mündliche Prüfung: 11./12. Mai 1981

Inhaltsverzeichnis

A. Einführung und Problemstellung	1
B. Die Liquiditätsplanung	4
I. Bedeutung und Aufgabe	4
II. Arten und Inhalt	6
III. Unsicherheit der Liquiditätsplanung	8
C. Zahlungseingangserwartungen	13
I. Abgrenzungen	13
II. Planung von Zahlungseingangserwartungen	14
D. Mathematische Methoden	18
I. Überblick	18
II. Simulationsmodell	21
III. Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	28
IV. Zufallszahlen	33
1. Zufallszahlen zur Bestimmung von Ereignissen	33
2. Die Erzeugung von Zufallszahlen	36
V. Mathematische Methoden und elektronische Datenverarbeitung	38
E. Informationsgewinnung	41
I. Begriff der Information	41
II. Informationsbedarf der Finanzwirtschaft	42
III. Anforderungen an Informationen	43
IV. Informationsquellen	43
1. Basisinformationen	43
2. Informationen über die Zukunft	44
3. Externe Informationen	47
V. Probleme der Informationsgewinnung	48

F. Modellbildung	50
I. Organisatorische Probleme	50
II. Auswahl und zeitliche Abgrenzung der Ausgangsinformationen	50
III. Inhalt und Aufbau der Ausgangsinfor- mationen	61
IV. Beschaffung der Ausgangsinformationen	64
V. Untersuchung von Zusammenhängen und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen	67
VI. Auswahl und Bestimmung der Zusammen- hänge und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen	77
VII. Komponenten und Einrichtungen des Simulationsmodells	81
VIII. Darstellung des Modells in einem Blockdiagramm unter Berücksichti- gung des dynamischen Charakters	83
G. Programmierung	89
I. Aufbau und Datenflußplan	89
II. Programmbeschreibungen	91
III. Aufbau und Erklärung der Ein- und Ausgabedaten	96
H. Ergebnisse	99
I. Einleitende Betrachtungen zu den Ergebnissen	99
II. Schwierigkeiten bei der Anwendung des Simulationsmodells	101
III. Prüfung der Ergebnisse und deren Auswertung	104
IV. Schlußbetrachtungen	116
I. Literaturverzeichnis	118
Anhang	122
I. Parameterkarten	123
II. Satzaufbau	124
III. Programmablaufpläne	125
IV. Programmlisten	139

A. Einführung und Problemstellung

Die Liquidität der industriellen Unternehmung wird durch das Verhältnis von Einnahmen zu Ausgaben bestimmt. Es können die vorhandenen Zahlungsmittel tageweise nicht für fällige Ausgaben ausreichen, obwohl die gesamten Einnahmen eines Zeitabschnittes größer als die entsprechenden Ausgaben sind. Der Liquiditätsplan zeigt Ausgaben und erwartete Einnahmen in zeitlicher Folge. Unsicherheiten werden durch Reserven aufgefangen. Die Aufgabe der Liquiditätsplanung ist das Suchen und Finden einer "optimalen" Liquidität in dem Sinne, daß alle Zahlungsverpflichtungen zeitlich und in ihrer Höhe mit geringster Liquiditätsreserve erfüllt werden.

Es liegt nahe, zur Lösung dieser Aufgabe mathematische Methoden heranzuziehen, denn es hat sich gezeigt, "daß mathematische Lösungsverfahren zur Bereicherung der Betriebswirtschaftslehre geführt haben, indem bisher unlösbare Probleme lösbar gemacht oder zumindest einer Lösung nähergeführt wurden" (Schmidt =Grundlagen 18=).

In der hier vorliegenden Arbeit soll für einen Teilaspekt des Problems die Simulationstechnik als eine der mathematischen Methoden herangezogen werden. So ist die Aufgabe dieser Arbeit herauszufinden, welche Zusammenhänge speziell bei den Zahlungseingängen innerhalb des Liquiditätsplans bestehen, zumal die Umsatzeinnahmen das Kardinalproblem der Liquidität darstellen, da in der Regel die Planung von Einnahmen schwieriger ist als die der Ausgaben.

Ausgaben etwa für Wareneingänge können - wenn auch nur für kurze Zeitabschnitte - verschoben werden. Andere Ausgaben liegen hingegen in Höhe und Zeitpunkt fest.

Der Geldstrom in der industriellen Unternehmung besteht aus drei Phasen (Witte =Finanzplanung 13 f=). In der ersten Phase erfolgen Einnahmen durch den Verkauf von Absatzgütern. Die Einnahmen werden in der zweiten Phase zu Beständen an Zahlungsmitteln (Kassenhaltung). In der dritten Phase führt die Verwendung von Geld zu Ausgaben. Damit werden die Einsatzgüter bezahlt. Diese Einnahmen und Ausgaben hängen eng mit den Güterbewegungen zusammen. Von den Einnahmen und Ausgaben kann umgekehrt aber nicht auf Güterbewegungen geschlossen werden. Denn es gibt Einnahmen und Ausgaben, die nicht der Umsatztätigkeit zuzurechnen sind, sondern dem Finanzbereich, z.B. Einnahmen aus der Aufnahme von Eigen- oder Fremdkapital und Ausgaben für deren Rückzahlung.

Die Zahlungseingänge, die untersucht werden sollen, stammen aus Vorgängen des betrieblichen Bereichs, wobei neben den Anzahlungen von Kunden in der Hauptsache der Absatz interessiert. Oder anders ausgedrückt: Untersuchungsobjekt sind die Zahlungseingangserwartungen industrieller Unternehmungen aus dem Umsatz von selbsterzeugten Produkten oder von Handelswaren. Die umsatzabhängigen Einnahmen der einzelnen Perioden sollen hier als Zahlungseingangserwartung dieser Zeitabschnitte bezeichnet werden. Das Problem der Planung von Zahlungseingängen als Teil einer zuverlässigen Liquiditätsplanung besteht in der zeitlichen und mengenmäßigen Bestimmung der Zahlungseingänge. Langen hat den Versuch unternommen, "die quantitativen und chronologischen Zusammenhänge von Bareinnahmen, Umsätzen und Auftragseingängen aufzuzeigen und angemessene Instrumente für die Prognose der Einnahmen an Hand von Umsätzen und Kundenaufträgen bereitzustellen" (Langen =Prognose 289 ff=). Er zeigt durch empirische Erhebungen lediglich für einen speziellen Fall das Vorhandensein solcher Zusammenhänge.

In der hier vorliegenden Arbeit soll generell untersucht werden, ob sich durch die Anwendung der Simulationstechnik eindeutige funktionale Zusammenhänge der Marktleistungen mit der Bestimmung von Zahlungseingängen finden lassen. Langen bildet Umsatzsummen pro Periode (Tag, Woche, ...) und läßt diese über ein Liquiditätsspektrum zu Zahlungseingängen werden. Hier hingegen soll aus jedem einzelnen Umsatz ein Zahlungseingang simuliert werden. Die so gewonnenen und nach erwartetem Eingangstermin akkumulierten Zahlungseingänge stellen dann die zeitlich und mengenmäßig zu erwartenden Zahlungseingänge bzw. die Zahlungseingangserwartungen zukünftiger Perioden dar. Damit wäre ein wichtiger Teil jeder Liquiditätsplanung gelöst.

Jede in die Zukunft gerichtete Planung ist unsicher. Über diese Unsicherheit wird in dieser Arbeit noch einiges zu sagen sein. Die Arbeit zeigt, daß sich für die Planbarkeit von Zahlungseingängen Erkenntnisse aus den Untersuchungen ergeben, die sich mit den Abhängigkeiten und Zusammenhängen zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen beschäftigen. Voraussetzung ist allerdings, es ist überhaupt möglich, aus der Vergangenheit auf die Zukunft zu schließen. Die vorliegende Arbeit versucht hier einen Lösungsweg aufzuzeigen. Sie ist das Ergebnis einer empirischen Untersuchung, welche vom Verfasser nach Maßgabe der darzulegenden theoretischen Konzeption in einer Unternehmung der Chemiefaserbranche durchgeführt wurde. Die Unternehmungsgröße - hier bezogen auf den Umfang ihrer Finanzwirtschaft - spricht für, die Branchenbezogenheit kaum gegen eine generelle Gültigkeit der getroffenen Ableitungen.

B. Die Liquiditätsplanung

I. Bedeutung und Aufgabe

Die Erhaltung der zukünftigen Zahlungsfähigkeit der Unternehmung ist die wesentliche Aufgabe der finanziellen Führung. Durch geeignete Maßnahmen muß die Liquidität des Unternehmens sichergestellt werden. Das ist vorrangig eine planerische Aufgabe.

Die Liquiditätsplanung sorgt dafür, daß "die Zahlungskraft der Unternehmung an jedem Tage ausreicht, um die fälligen Zahlungsverpflichtungen erfüllen zu können" (Witte =Finanzplanung 30=). Die Liquiditätsplanung befaßt sich also nicht mit der gegenwärtigen Liquidität, d.h. mit der augenblicklich "verfügbaren Zahlungskraft und den zwingend fälligen Zahlungsverpflichtungen" (Witte =Finanzplanung 25=), sondern mit der zukünftigen Liquidität, d.h. mit den geplanten Einnahmen und Ausgaben. Zahlungskraft bedeutet nach Witte (=Finanzplanung 25=) "die Summe aller Zahlungsmittel, über die die Unternehmung sofort verfügen kann", also nicht nur Kassenbestand, Schecks, Wechsel und Bankguthaben, sondern auch die disponierbaren Kredite. Die zukünftige Liquidität bedeutet, die Zahlungsfähigkeit für eine Anzahl von Perioden durch Gegenüberstellung von Zahlungskraft und Zahlungsverpflichtung jeder Periode zu planen.

Die Ströme von Einnahmen und Ausgaben sind sicher in den seltensten Fällen zeitlich gleich strukturiert. Das kann dazu führen, daß die jeweilige Saldierung von Einnahmen und Ausgaben einer Periode, wenn diese Periode eine Woche oder ein Monat ist, zur Zahlungsunfähigkeit führt. Die zeitliche Fälligkeit von Ausgaben kann vor den Einnahmen liegen, obwohl in der Periode ein Ausgleich stattfindet.

Daraus kann sich die Forderung nach einer täglichen Liquiditätsplanung ergeben, d.h. für die nähere Zukunft wird tägliche Liquidität geplant, für später liegende Zeiten werden längere Perioden vorgesehen.

Die zukünftigen Zahlungsbewegungen sind abhängig von den güterwirtschaftlichen Prozessen und den Finanzbewegungen. Darin liegen eine Anzahl Unsicherheiten, z.B. beschleunigter oder verlangsamter Umsatz, Änderung der Zahlungsmoral, Preisänderungen (Ölkrise!) usw. Für Unsicherheiten werden Liquiditätsreserven gehalten: ein Sicherheitsbestand an Zahlungskraft.

Eine weitere wichtige Aufgabe der Liquiditätsplanung ist die Überwachung der Planerfüllung. Unkontrollierte Pläne stellen einen Widerspruch dar. Abweichungen vom Plan müssen analysiert werden und sollten zu Planänderungen führen. Der Aufwand für Analysen und Änderungen sollte sich aber in wirtschaftlichen Grenzen halten, d.h. daß erst bei Abweichungen der Plan- von den Istzahlen, die eine vorgegebene Schwelle übersteigen, Kontrolle und eventuelle Gegenmaßnahmen einsetzen sollten.

II. Arten und Inhalt

Es gibt einmalige Liquiditätspläne, die bei besonderen Anlässen wie Fusion, Neugründung, Sanierung usw. erstellt werden.

Die Zahlungsvorgänge des normalen Geschäftsablaufs und die Investitionen werden im laufenden Liquiditätsplan erfaßt.

Uns soll hier die laufende - auch kontinuierliche oder allgemeine - Liquiditätsplanung beschäftigen. Sie erstellt einen ordentlichen Liquiditätsplan und befaßt sich mit der außerordentlichen Liquiditätsplanung. Letztere plant laufende Investitionen und ihre Finanzierung, Sonderwerbeaktionen, Zusatzverkäufe von Beständen usw. Die ordentliche Liquiditätsplanung, der unser weiteres Interesse gilt, umfaßt die umsatzabhängigen Einnahmen und Ausgaben.

Der Saldo des außerordentlichen Liquiditätsplans wird in den ordentlichen übernommen. Es ist aber zu beachten, daß der ordentliche Liquiditätsplan dem außerordentlichen gegenüber einen kurzfristigen Charakter hat: die Geltungsdauer der ordentlichen und der außerordentlichen Liquiditätsplanung wird unterschiedlich sein.

Mellerowicz unterteilt den ordentlichen Liquiditätsplan in drei Teilpläne (Mellerowicz =Planung 538=):

1. Der Liquiditätsgrundplan zeigt die Planung der Einnahmen und Ausgaben der laufenden Betriebstätigkeit.
2. Der Kreditplan beinhaltet den geplanten Anfangsbestand an kurz-, mittel- und langfristigen Krediten mit geplanten Einnahmen und Ausgaben aus Neuverschuldung und Tilgung.
3. Der Zahlungsmittelplan führt die geplanten disponiblen Zahlungsmittel auf, die sich aus der Über- oder

Unterdeckung des Liquiditätsgrundplans, dem Endbestand des Kreditplans und den noch nicht ausgeschöpften Krediten ergeben.

Jede in die Zukunft gerichtete Planung ist unsicher. Die Folge dieser Unsicherheiten für den ordentlichen Liquiditätsplan besteht in einem Teilplan, der die Liquiditätsreserven plant.

Ein weiterer Teilplan befaßt sich mit der Angabe von Maßnahmen, die bei Planabweichungen zur Ausgabensenkung oder Einnahmensteigerung führen. Ebenso müssen Maßnahmen geplant werden, die die Anlage überschüssiger Zahlungsmittel planen. Selbstverständlich genügt hier nicht nur ein Katalog mit Maßnahmen, die bei Planabweichungen zur Ausgabensenkung oder Einnahmensteigerung führen, sondern ihre Wirkungen auf die Planerfüllung und ihre gegenseitigen Beeinflussungen müssen angegeben werden.

Die Liquiditätsplanung integriert die betrieblichen Teilpläne über Lager, Einkauf, Verkauf, Anlagen usw. Wie wir gesehen haben, kann auch der ordentliche Liquiditätsplan aus mehreren Teilplänen zusammengesetzt werden. Das hat sicher Vorteile; so gestattet die Planung der umsatzabhängigen Zahlungsbewegungen eine Erleichterung der Disposition bei Umsatzveränderungen und eine sichere Liquiditätsanalyse.

Die Teilpläne, die den Liquiditätsplan bilden, stehen in starken Abhängigkeiten zueinander. So wird der Einnahmenplan vom Umsatzplan bestimmt und damit von den Zahlungseingangserwartungen beeinflusst. Ebenso beeinflussen erwartete höhere Umsätze über den Einkaufsplan den Ausgabenplan. Bei aller Aufteilung des Liquiditätsplans in mehrere Teilpläne sollte man sich dieser Interdependenzen bewußt sein.

III. Unsicherheit der Liquiditätsplanung

Häufig werden (gefühlsmäßig) hohe Liquiditätsreserven gehalten, um das Risiko der Zahlungsunfähigkeit zu vermeiden. Aus Gründen der Rentabilität sollten natürlich die Reserven möglichst klein gehalten werden. Es ist also eine Entscheidung notwendig, wieviel die Verminderung des Risikos der Zahlungsunfähigkeit dem Unternehmen wert ist. Das Maß der Unsicherheit der zukünftigen Liquidität kann über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung erfahren werden, um hieraus den Sicherheitsbestand an Zahlungskraft zu bestimmen. Das Maß der Unsicherheit bzw. der Genauigkeit des Eintreffens der verschiedenen Einnahmen und Ausgaben kann angegeben werden als Prozentsatz des wahrscheinlichen Eintreffens bzw. der wahrscheinlichen Abweichung vom erwarteten Eintreffen.

Je weiter die Planung in die Zukunft reicht, umso unschärfer wird die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Ereignissen. Die folgende Zeichnung (Abb. 1) zeigt die Tendenz dieses Zusammenhanges. Je nach Gegenstand der Planung und ihrer Güte würden sich unterschiedliche Kurvenpaare ergeben.

Der Verlust an Genauigkeit in der Zeit (schraffierte Fläche) müßte in unserem Fall durch höhere Liquiditätsreserven ausgeglichen werden, d.h., bei gleichen Voraussagen für unterschiedliche Perioden müßten die weiter in der Zukunft liegenden Perioden mit höheren Reserven versehen werden als die Perioden, die in der nächsten Zukunft liegen. Die Unsicherheit der Zukunft liegt einmal in der Ungewißheit, wie sich etwa die zukünftigen Güterpreise entwickeln oder welche konjunkturellen Entwicklungen eintreten. Es ist leicht einzusehen, daß die fernere Zukunft mit größerer Unsicherheit behaftet ist, als die gegenwartsnahe Zukunft.

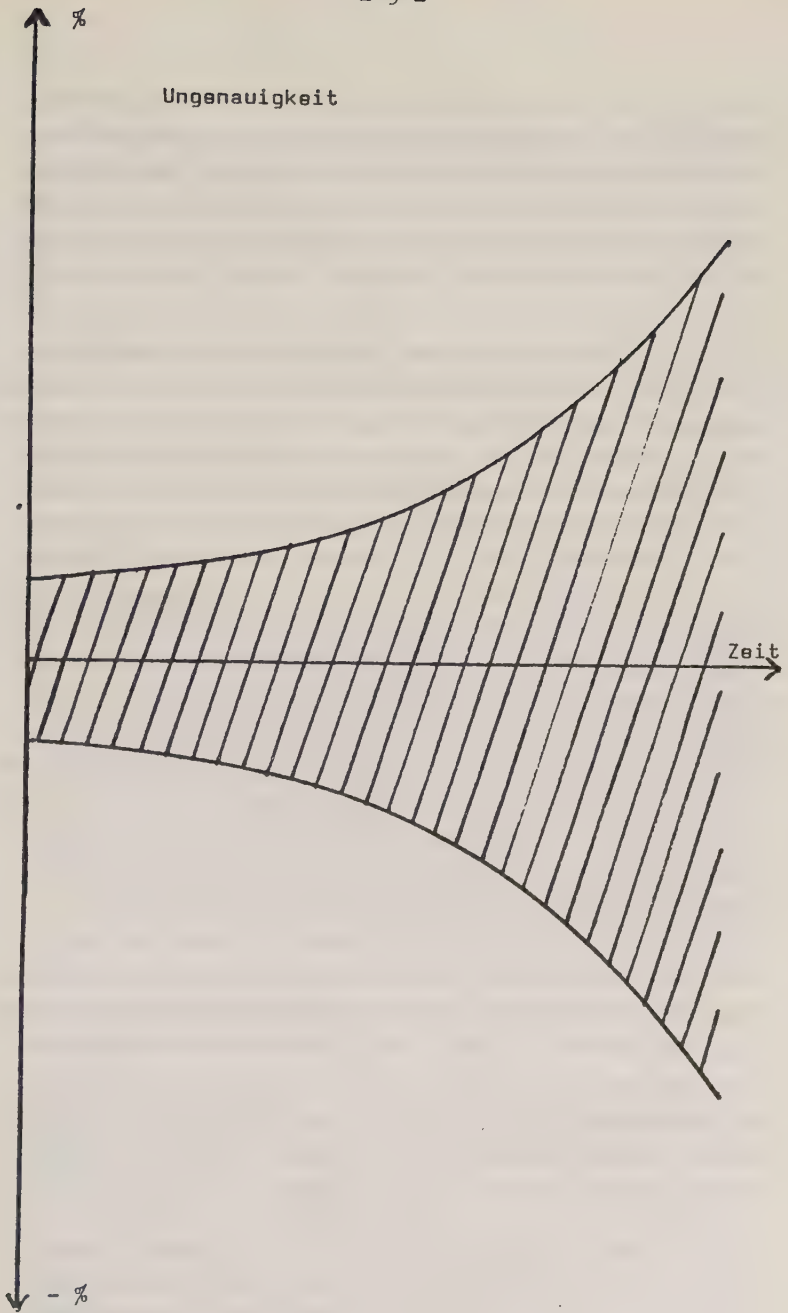


Abb. 1

Voraussetzung für eine genaue Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Ereignissen, das sei an dieser Stelle eindringlich betont, ist ein gleichbleibender Grad der Genauigkeit und eine Lückenlosigkeit der erfaßten Informationen und eine richtige Anwendung geeigneter Rechenverfahren.

Die Unsicherheiten des Eintreffens von Einnahmen und Ausgaben sind unterschiedlicher Natur. Die Unsicherheiten können der Höhe und/oder der Zeit nach auftreten. Andererseits gibt es Zahlungsvorgänge, die festliegen und solche, die beeinflußt werden können. Zahlungsvorgänge können kurzfristig fix aber längerfristig beeinflussbar sein. Es gibt Einflußmöglichkeiten, die betriebsintern oder durch Dritte erfolgen können. Die betrieblichen Einflußmöglichkeiten wiederum werden zum Teil von der finanziellen Führung wahrgenommen, aber auch andere Unternehmensbereiche beeinflussen durch ihre Dispositionen die Zahlungsvorgänge. Aber selbst wenn Einflußnahmen bestehen, können sich Entscheidungen, die mehrere Komponenten der Einnahmen und Ausgaben betreffen, durch gegenseitige Abhängigkeiten ausschließen. Welche Zusammenhänge speziell bei den Zahlungseingängen innerhalb des Liquiditätsplans bestehen, ist Hauptuntersuchungsobjekt dieser Arbeit, zumal die Umsatzeinnahmen das Kardinalproblem der Liquidität industrieller Unternehmungen darstellen.

Die Einflußmöglichkeit hinsichtlich der betraglichen und/oder zeitlichen Komponente ist bei einer Reihe von Einnahmen und Ausgaben gegeben, wenn dabei auch die Dispositionsfreiheit sehr gering bis groß sein kann. Für unsichere Erwartungen werden Prognosen aufgestellt, etwa indem aus Vergangenheitszahlen oder aus dem Produktionsprogramm zukünftige Zahlungen errechnet werden. Es kommt nun vor allen Dingen darauf an, die Prognosen für gebundene Zahlungen - für Zahlungen also, die nicht zu beeinflussen sind - möglich sicher zu erstellen. Dann kann bei den finanziellen Dispositionen, die beeinflußt werden können, umso sicherer gehandelt werden. Gute Prognosen erleich-

tern die Steuerung der Zahlungsbewegungen, d.h. geplante Ausgaben lassen sich senken oder verschieben oder geplante Einnahmen lassen sich erhöhen oder zeitlich beschleunigen. Das alles dient der finanziellen Rationalisierung: Tilgungspolitik kann betrieben werden, überschüssige Kreditengagements können abgebaut werden, die Anlage kurzfristig freier Mittel wird ermöglicht.

Um Unsicherheiten im Ablauf der Planung auszuschalten, müssen je nach Unsicherheitsgrad Sicherheitsfaktoren eingebaut werden. Abweichungen der zur Verfügung stehenden Zahlungsmittel, Schwankungen der geplanten Ausgaben, Verzögerungen im Geldeingang, nicht geplante Ausgaben und Ausfälle von Zahlungseingängen müssen durch Liquiditätsreserven abgedeckt werden.

Ein variabler Sicherheitsbestand an Zahlungsmitteln fängt Unsicherheiten eines festen Zeitraums ab, kann laufend überprüft und auch geändert werden, führt dadurch aber zu schwankenden Zahlungsmittelbeständen. Ein fester Sicherheitsbestand an Zahlungsmitteln deckt dagegen bei schwankenden Einnahmen und Ausgaben unterschiedliche Zeiträume ab. Dieser Zeitraum kann beängstigend kurz sein oder führt durch seine Länge zu unvertretbaren Kapitalbindungen. Daraus folgt, daß die Liquiditätsreserven gleitend aus den Vergangenheits- und Gegenwartsinformationen (Basisinformationen) zu berechnen sind. Die Angabe einer Sicherheitszeit führt über schwankende Umsätze und/oder schwankende Zahlungsmittelleingänge für jede Periode zu Zahlungsmittelbeständen.

Die Wahrscheinlichkeit von Liquiditätsengpässen nimmt mit einer gründlicheren Planung ab. Liquiditätspolitische Maßnahmen können rechtzeitig eingeleitet werden, je eher finanzielle Krisen rechnerisch präzisiert werden können.

Die Zukunft ist nicht lückenlos vorherzusehen, zumal Zukunftsinformationen i.d.R. unvollkommen sind. Die Abweichungen zwischen Plan und Ist stellen ein Maß für die

Sicherheit von Prognosen dar. Leider werden häufig die Methoden und die Möglichkeiten zur Erstellung von Prognosen überschätzt. Eine perfekte Voraussage ist nicht möglich. Die Wirklichkeit - abgebildet durch Informationen - hat einen hohen Grad an Unvollständigkeit, Unbestimmtheit und Unsicherheit.

C. Zahlungseingangserwartungen

I. Abgrenzungen

Abgesehen vom Barverkauf fallen die Auslieferung der Waren und deren Bezahlung durch den Kunden zeitlich auseinander. Die Gegenleistung des Käufers erfolgt erst einige Zeit nach der Auslieferung und damit auch nach der Leistung des Verkäufers. Diese zeitlichen Divergenzen bei der Realisation des Erlöses sind das entscheidende Problem der Liquiditätsplanung.

Neben diesem Zeitfaktor können auch in der Höhe des Erlöses Veränderungen auftreten. Diese ergeben sich, wenn dem Käufer nicht nur ein Zahlungsziel gewährt wird, sondern innerhalb bestimmter Fristen bei vorzeitiger Zahlung Skontoabzüge zugelassen werden.

Der Zahlungseingang ist also abhängig vom Zahlungsziel und in der Höhe von der Gewährung von Skonti. Unter Zahlungseingangstermin wird hier die effektive Zielinanspruchnahme gemeint. Zahlungsziel ist der in den jeweiligen Verkaufsbedingungen genannte Termin. In die Zielinanspruchnahme eingeschlossen sind auch die administrativen Vorbereitungszeiten des Verkaufs, die Zeit des Kunden zur Zahlungsabwicklung und alle Zeiten nach Auslösung der Zahlung durch den Kunden bis zur Verfügbarkeit des Zahlungseingangs. Sicher gibt es auch Abhängigkeiten zwischen Zahlungszielen und Skonti. Zeit und vor allen Dingen Höhe des Zahlungseingangs werden noch von anderen Ereignissen beeinflusst. Mängelrügen, Schadenersatz- und Garantiesprüche, Transportrisiken und ähnliche Erlösminderungen wirken sich auf den Zeitpunkt und die Höhe des Zahlungseingangs aus. Das gilt auch für den Fall, daß mit der Warenlieferung noch weitere Nebenleistungen zu erbringen sind, etwa die Installation von gelieferten Maschinen.

Die hier zu behandelnde Problematik liegt auf jener Seite des betrieblichen Geschehens, die sich mit den Umsätzen

und Einnahmen beschäftigt. Die Zahlungseingänge, die untersucht werden sollen, stammen aus Vorgängen des betrieblichen Bereichs, wobei neben den Anzahlungen von Kunden in der Hauptsache der Absatz interessiert. Oder anders ausgedrückt: Untersuchungsobjekt sind die Zahlungseingangserwartungen industrieller Unternehmungen aus dem Umsatz von selbsterzeugten Produkten oder von Handelswaren.

II. Planung von Zahlungseingangserwartungen

Für jede zu planende, zukünftige Periode ist ein Liquiditätsplan zu erstellen. Die Perioden können eine bestimmte Anzahl zukünftiger Tage, Wochen, Dekaden oder auch Monate sein. In der Regel werden Tage oder Wochen gewählt; diesen werden dann als grobere Planung eventuell noch einige Monate angehängt. In diesem Liquiditätsplan sollen hier die umsatzabhängigen Einnahmen der einzelnen Perioden als Zahlungseingangserwartungen dieser Zeitabschnitte bezeichnet werden.

Können Zahlungseingänge bzw. Zahlungseingangserwartungen geplant werden? Diese Frage wird, sollte die Bestimmung von Zahlungseingangserwartungen gelingen, leichter zu beantworten sein.

Leider fehlt häufig in den Finanzbereichen der Unternehmungen weitgehend die Fähigkeit, die Planung von Zahlungseingängen zu beurteilen. D.h. Zahlungseingänge werden zwar geplant, ohne aber eine fundierte Begründung für diese Planung zu haben. Die Wirkungen von Einflußmöglichkeiten sind ungewiß. In der Praxis wird daher statt einer Planung eine laufende Disposition der benötigten Zahlungsmittel vorgenommen. Aus diesen Gründen wäre es angebracht, Richtlinien zu schaffen, die sich aus den Wirkungen von Beeinflussungen der Zahlungseingänge - wie unterschiedliche Zahlungsbedingungen oder Änderungen des Mahnwesens - ergeben. Aus der Untersuchung des Zahlungsrhythmus der

Kunden und weiterer Analysen des Zahlungseingangs etwa in Abhängigkeit von saisonalen oder warenspezifischen Gründen lassen sich Planverbesserungen ableiten. Denken wir an Zahlungsbedingungen oder an Veränderungen des Umsatzes, so ergeben sich zeitliche und betragliche Abhängigkeiten. Diese Einflußmöglichkeiten sind aber abhängig von dem Zeitpunkt der Periode, für die geplant wird. Einnahmen, die kurzfristig fällig sind, sind eventuell nicht beeinflubar. Dagegen können Einnahmen für spätere Perioden variabel sein, also von anderen Faktoren abhängig und damit beeinflubar sein. Hierbei ist die Branche des industriellen Unternehmens von großer Bedeutung: Führt die Leistung über den Umsatz kurzfristig zu Zahlungseingängen oder vergehen wie im Anlagenbau Monate oder sogar Jahre, bis die Leistung endgültig zum Zahlungseingang führt?

In einer industriellen Unternehmung sind bei der Planung von Zahlungseingängen die Zahlungsvorgänge aus der Umsatztätigkeit die entscheidenden Größen. Sicher lassen sich bei der Planung der Produktion die Zahlungseingangserwartungen planen. Bis zum Zahlungseingang müssen dann der geplante Absatz der Produktion mit den geplanten Preisen eintreffen. Es ist klar, daß die Wahrscheinlichkeit der Verwirklichung dieser Pläne vom Produktions- über den Absatz- bis zum Zahlungseingangsplan abnimmt, da die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Ereignissen - hier die Zahlungseingänge - durch mehrere voneinander abhängige Teilpläne - hier Produktions- und Absatzplan - beeinflusst wird. Die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der geplanten Produktion verringert die Wahrscheinlichkeit des Eintretens des geplanten Absatzes und diese wiederum die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der Zahlungseingangserwartungen.

Zwischen den Güterströmen und den Geldströmen einer industriellen Unternehmung bestehen erkennbare Abhängigkeiten: Den Ausgaben für die Einsatzgüter stehen die Einnahmen aus der Umsatztätigkeit (Verkauf von Gütern und Handels-

waren) gegenüber. Die Liquiditätsplanung wiederum beschäftigt sich damit, die Ausgaben im zeitlichen Verlauf durch die Einnahmen unter Zuhilfenahme von Reserven zu decken. Damit werden die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen der Produktions- und der Absatzplanung einerseits und der Liquiditätsplanung andererseits deutlich. Ein Teil der darin liegenden Problematik, nämlich die Zusammenhänge zwischen Umsätzen und deren Zahlungseingängen, soll in dieser Arbeit untersucht werden.

In der Regel ist die Beeinflussungsmöglichkeit der Forderungen geringer als die der Verbindlichkeiten. Zahlungseingänge sind nur mittelbar etwa über Mahnwesen oder Zahlungsbedingungen zu beeinflussen. Der Abbau von Debitoren ist nur möglich, wenn es gelingt, die Zahlungsziele, die Zahlungsgewohnheiten und die Zahlungsausfälle zu planen. Die wichtigste Grundlage hierfür dürfte der Absatzplan - ergänzt mit den Zahlungseingangserwartungen - sein.

Die Planung von Zahlungseingängen einzelner Umsätze aus dem Großmaschinenbau und großer Bauvorhaben wird wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit des Eintreffens möglich sein. Auch können sich aus einer Gruppenbildung von Umsätzen etwa für Länder, Waren, Vertreter oder Kunden Zahlungsgewohnheiten herauschälen. Diese Zahlungsgewohnheiten ändern sich eventuell, wenn sich z.B. der Geldmarkt oder die Konjunktur ändern.

Die Planung von Zahlungseingängen kann durch Abstimmungen mit der Buchhaltung kontrolliert werden. An Grenzwerten, d.h. an Maßzahlen, bis zu denen eine Abweichung von den geplanten Werten toleriert werden kann, kann die Einhaltung der Planung gemessen werden, und es können geplante Maßnahmen bei Abweichungen gegenüber den Grenzwerten ergriffen werden. Kommen diese Maßnahmen aber nicht schon zu spät? Wenn doch die Zahlungseingänge nicht so erfolgt sind, wie sie geplant wurden - selbstverständlich ist hier nur der verspätete Eingang gemeint -, dann können daraus nur noch Schlüsse für die Zukunft gezogen werden.

Ist es hingegen möglich, Zahlungseingangserwartungen hinreichend genau für mehrere folgende Perioden zu bestimmen, so lassen sich - wenn auch vielleicht nur beschränkt - Maßnahmen ergreifen, um diese vorhergesagten Zahlungseingänge hinsichtlich des Eingangstermins zu beeinflussen. So wird es möglich sein, die Erfüllung der Planung der Zahlungseingänge durch gezielte Maßnahmen bei drohenden Planabweichungen herbeizuführen.

Wie später in dieser Arbeit gezeigt wird (Kap. F V. und VI), ergeben sich Erkenntnisse für die Planbarkeit von Zahlungseingängen aus den Untersuchungen, die sich mit den Abhängigkeiten und Zusammenhängen zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen beschäftigen. Aus diesen Betrachtungen läßt sich schließen, daß es wenig sinnvoll sein wird, ohne eine Bestimmung der Zahlungseingangserwartungen die Zahlungseingänge zu planen, da sonst die Möglichkeit fehlt, Planabweichungen rechtzeitig zu erkennen und zu korrigieren.

D. Mathematische Methoden

I. Überblick

Entscheidungen hängen von den Ereignissen der Vergangenheit und den Erfahrungen ab, die damit gemacht wurden und von der gegenwärtigen Situation der Umgebung mit allen ihren Vorgängen. Unsere Entscheidungen wären bestimmt sicherer und wirksamer, wenn wir wüßten, wie sich die Gesamtheit aller Ereignisse für die Zeit, für die wir Entscheidungen treffen sollen, entwickeln würden. Wenn wir also z.B. wissen wollen, welchen Zahlungseingang wir in fünf oder zehn Wochen oder erst in einem Jahr zu erwarten haben, so sind drei Möglichkeiten denkbar, das zu erfahren:

1. Wir warten fünf oder zehn Wochen oder auch ein Jahr und beschaffen uns dann die Zahlen aus der Buchhaltung.
2. Wir bilden das natürliche System durch ein anderes natürliches System nach und experimentieren damit. Das ist im vorliegenden Fall unmöglich. Diese Vorgehensweise wird bei technischen Systemen angewandt.
3. Wir versuchen, das natürliche System zu beschreiben (abzubilden) und beschleunigen dann den zeitlichen Ablauf. Dadurch versuchen wir, zukünftige Ereignisse - in unserem Fall die Zahlungseingänge - vorherzusagen.

Eine solche Abbildung unter 3. nennt man auch ein Modell. Modelle bilden reale Systeme ab. Die Betriebswirtschaft bedient sich bei der Lösung von Aufgaben der vereinfachten Abbildung komplexer Zusammenhänge mit Hilfe von Modellen (Wöhe =Einführung 28=). Voraussetzung für die Formulierung von Modellen ist, daß weder wesentliche Einzelheiten weggelassen, noch ein gewisser Grad von Komplexität überschritten wird (Mellerowicz =Planung 98=). Die Strukturen des realen Systems und des Modells müssen in bezug auf die als wesentlich erkannten Merkmale isomorph, d.h. strukturgleich sein. Nur unter dieser Isomorphie-

bedingung können aus dem Modell gültige Schlüsse hergeleitet werden (Schmidt =Grundlagen 30 f=, =Zielerreichung 99=, Kosiol =Modellanalyse 321=). Die aus dem Modell gewonnenen Informationen geben eine Aussage über das Verhalten des Modells wieder. Je mehr die Abbildung durch das Modell mit dem natürlichen System übereinstimmt, umso eher ist zu erwarten, daß die Informationen aus dem Modell mit dem tatsächlichen Ergebnis übereinstimmen.

Die Abbildung eines natürlichen Systems (Modellbildung) erfolgt durch die Beschreibung seiner Vorgänge. Sind die Informationen darüber nicht quantifizierbar, so erfolgt die Beschreibung des Modells verbal. Lassen sich die Informationen quantifizieren, so bedient man sich bei der Beschreibung des Modells der Mathematik. Neben diesen Verbalmodellen und mathematischen Modellen gibt es Mischformen beider Arten (Schmidt =Zielerreichung 100=).

In den mathematischen Modellen bedient man sich zur Schematisierung von Vorgängen der Mathematik, wobei je nach Schwierigkeitsgrad der Modellbildung viele Gebiete der Mathematik - wie Algebra, Mengenlehre, Wahrscheinlichkeitsrechnung usw. - herangezogen werden müssen.

Es ist nun wichtig, daß wesentliche Vorgänge in Beziehung gesetzt, mathematische Formeln gebildet und unwesentliche Begleiterscheinungen weggelassen werden. Sind alle im Modell enthaltenen Einflußgrößen und deren Beziehungen untereinander eindeutig festgelegt, so spricht man von einem deterministischen Modell. Sind dagegen zufallsbedingte Elemente im Modell enthalten, so spricht man von einem stochastischen Modell. Der klassische Fall von Simulation liegt vor, wenn mit Wahrscheinlichkeiten gerechnet wird, also bei stochastischen Modellen.

Die Anwendung der Simulationstechnik ist aber auch möglich, ohne daß mit Wahrscheinlichkeiten gerechnet wird, also etwa bei der Erstellung und Anwendung von deterministischen Modellen.

Die Aufgabe mathematischer Methoden besteht darin, Prognosen zu erstellen oder Entscheidungen zu treffen. Dem entsprechend gibt es Prognose- und Entscheidungsmodelle.

In Prognosemodellen (auch Erklärungs- bzw. Ermittlungsmodelle) werden die funktionalen Beziehungen zwischen den Modellvariablen dargestellt. In Entscheidungsmodellen (auch Optimalmodelle) wird versucht, die beeinflussbaren Modellvariablen so zu ermitteln, daß ein vorgegebenes Ziel möglichst optimal gestaltet wird. Die vorliegende Arbeit zieht zur Erstellung eines Prognosemodells eine Methode der Unternehmensforschung (Operations Research) heran: die Simulationstechnik.

Prognosen verlangen die Beschaffung von Informationen. Diese Informationen werden auch benötigt, um in die Zukunft gerichtete Entscheidungen zu treffen, und damit auch um planen zu können. Die Güte einer Entscheidung ist von der Qualität der Prognose abhängig. Damit bleibt jede Entscheidung mehr oder weniger unsicher, da eine Prognose nie sicher ist. Sehr oft werden aber die Methoden und die Möglichkeiten zur Erstellung von Prognosen überschätzt: Eine perfekte Voraussage ist nicht möglich. Abschließend seien noch einige Probleme, die sich bei der Erstellung von Prognosen mit Hilfe mathematischer Methoden ergeben, angesprochen.

Der Ursprung jeder Prognose liegt in der Vergangenheit bzw. Gegenwart, d.h. in sog. "Basisinformationen". Eine sich in der Vergangenheit abzeichnende Entwicklung ist nicht für einen beliebig langen Zeitraum gültig. Eine solche Zeitreihe (Entwicklung) mit hoher Stabilität hat einen weiteren Horizont als eine Zeitreihe mit geringerer Konstanz. Voraussetzung ist aber, daß diese Reihe keine Extremwerte und Wendepunkte aufweist (Rosentreter = Prognosen 11 f.). Extremwerte und Wendepunkte in der Zeitreihe, hervorgerufen durch unvorhersehbare Ereignisse und Entwicklungen, machen Prognosen fehlerhaft.

Das bisherige Geschehen wird durch meßbare Faktoren erfaßt und extrapoliert. Dagegen werden qualitative Faktoren vernachlässigt. Es müßten zur Verbesserung von Prognosen Faktoren wie Produkttreue, Geschmacksentwicklung usw. quantifiziert werden können.

Bei der Entwicklung von Prognosemodellen ergibt sich eine Tendenz zu steigender Komplexität. Immer mehr Einflußgrößen werden eingebaut. Die erforderlichen Informationen aber sind nur schwer oder überhaupt nicht zu beschaffen, um ein so komplexes Modell zu betreiben. Die Rechenbarkeit von Prognosemodellen sinkt mit zunehmender Komplexität. Damit aber ein Prognoseverfahren wirtschaftlich ist, muß es in der betrieblichen Praxis in kurzer Zeit Ergebnisse erbringen. Die Modelle müssen computergerecht und für die Verarbeitung von Massendaten geeignet sein.

II. Simulationsmodell

Modelle bilden Systeme ab, wobei sich Systeme als "ein Kollektiv von Komponenten" definieren lassen, "die aufgrund irgendwie gearteter Wechselwirkungen und/oder einseitiger Abhängigkeiten miteinander verbunden sind" (Niemeyer =Simulation 9=). Simulationsmodelle bilden Systemabläufe mit Hilfe der Simulationstechnik nach. Es gibt physikalische und formale Simulationsmodelle. Windkanalmodelle und Flugsimulatoren sind physikalische Simulationsmodelle. Formale Simulationsmodelle werden durch mathematische Beziehungen oder verbal beschrieben.

Bevor nun auf die Elemente und die Einteilung von formalen Simulationsmodellen eingegangen wird, sei daran erin-

nert, welche Aufgabe für diese Arbeit gestellt wurde: Es sollen die Zahlungseingangserwartungen mit Hilfe der Simulationstechnik bestimmt werden. Diese Aufgabe kann auch so formuliert werden: Es ist ein formales Simulationsmodell zu erstellen, das das System "Zahlungseingang in Abhängigkeit vom Umsatz" beschreibt, und das die Zahlungseingangserwartungen bestimmter Perioden aufgrund vorgegebener Umsätze ermittelt. Es soll eine Prognose gestellt werden.

Unter Modell bzw. Simulationsmodell soll im folgenden immer ein formales Simulationsmodell verstanden werden. Weiterhin werden bei der Betrachtung von Simulationsmodellen im wesentlichen nur die Elemente und Einteilungen herangezogen, die zum Verständnis und zum Aufbau des Lösungsmodells erforderlich sind. In der einschlägigen Literatur besteht über die Einteilung von Simulationsmodellen und deren Elemente weitgehend Übereinstimmung (vgl. etwa: Niemeyer =Simulation=, Mertens =Simulation=, Gross =Simulationstechnik=).

Obwohl zwischen den Umsätzen und ihren Zahlungseingängen Kausalzusammenhänge vermutet werden, nehmen wir an, unser Modell ist stochastisch. Das heißt, der zu untersuchende Zeitverlauf zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen wird zufallsabhängig angenommen, da wir diese Kausalzusammenhänge nicht kennen. Bei stochastischen Modellen besteht eine Risikosituation. Die Variablen des Modells können zwar zufällige Werte annehmen, aber die Wahrscheinlichkeitsmaße dieser Werte sind bekannt (Wöhe =Einführung 30=).

Simulationsmodelle unterliegen Zustandsänderungen. Dazu müssen sie über Einrichtungen verfügen, die die Zeit und die Ereignisse automatisch steuern. Der Zeitverlauf kann stetig sein, das heißt, die Zustandsänderungen erfolgen kontinuierlich. Unser Modell wird zeitdiskret sein, da

die Zustandsänderungen zu bestimmten Zeitpunkten betrachtet werden. Der Aufbau, die Struktur eines Modells ist stetig, wenn seine variablen Komponenten sich gleichmäßig verändern. Diskret ist der Aufbau eines Modells, wenn die Zustandsänderungen bestimmte Vielfache von Komponenten betreffen, etwa von Umsätzen. Unser Prognosemodell wird zeitdiskret, im Aufbau diskret und stochastisch sein.

Wenden wir uns nun den Elementen von Simulationsmodellen zu. Dazu zählen

- feste und variable Komponenten,
- Abhängigkeiten, die das Verhalten und Zusammenwirken von Komponenten beschreiben und
- Ablaufregeln.

Feste Komponenten oder Konstante beschreiben die unveränderlichen Eigenschaften von Modellkomponenten, z.B. die Umsatzhöhe, die Kundennummer oder die Artikelnummer. Variable Komponenten oder Variable nehmen die sich ändernden Zustände während eines Simulationslaufs auf, z.B. die Umsatzminderung durch Skonto in Abhängigkeit von der Verweilzeit eines Umsatzes bis zum Zahlungseingang.

Abhängigkeiten oder Funktionen stellen die Zustandsänderungen der Komponenten in Abhängigkeit vom eigenen Zustand oder vom Zustand oder den Eigenschaften anderer Komponenten dar, z.B. der Ausfall von Zahlungseingängen in Abhängigkeit vom Alter des Umsatzes.

Ablaufregeln oder Algorithmen dienen der Darstellung von Zustandsänderungen der Komponenten in Abhängigkeit von komplexen System- und Umwelteinflüssen, z.B. die Ermittlung des Zahlungseingangstermins in Abhängigkeit von Saison oder Artikelart.

In Anlehnung an GPSS (General Purpose Simulation System) (siehe Kap. D V.) folgt eine Aufzählung und Beschreibung von Komponenten bzw. Einrichtungen eines Simulationsmodells (Modellaufbau) (IBM =Simulation 3 ff=, Niemeyer =Simulation 17 ff=, Mertens =Simulation 39 ff=, Gross =Simulationstechnik 31 f=).

1. Verkehrseinheiten (transactions): Das sind variable, bewegliche Einheiten, die sich durch die festen Elemente des Systems bewegen. Der Zustand des Modells wird durch die Bewegung der Verkehrseinheiten laufend geändert. Die Verkehrseinheiten besitzen Datenfelder, um bestimmte Informationen wie z.B. die Eintrittszeit ins Modell, Prioritäten usw. festzuhalten. Im vorliegenden Problem ist also z.B. jeder Umsatz (Rechnung) eine Verkehrseinheit mit Datum, Umsatzhöhe usw. als Informationen.
2. Stationen (equipments) werden feste Modellkomponenten genannt, wie Bedienungseinheiten, Lager und Warteschlangen.
 - a) Bedienungs- oder Bearbeitungsstationen (facilities) sind Modellkomponenten, die von Verkehrseinheiten belegt, beschäftigt und freigegeben werden. Für das Belegen, das Freisetzen und die Bearbeitung von Verkehrseinheiten in Bedienungsstationen, für die Einreihung in Warteschlangen vor Bedienungseinheiten, wenn diese besetzt sind und deren Freigabe werden Algorithmen aufgestellt. Die Bearbeitung von Verkehrseinheiten erfolgt sequentiell, und eine Bedienstation hat die Kapazität 1, d.h. sie kann zur gleichen Zeit nur eine Verkehrseinheit bearbeiten. Eine wichtige Größe von Bedienungseinheiten ist die Verkehrsdichte bzw. Auslastung: Sie ergibt sich aus dem Verhältnis von mittlerer Ankunftszeit zur mittleren Bedienungszeit. Die Bedienung kann in konstan-

ten oder variablen Zeitintervallen oder nach Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfolgen. Im vorliegenden Problem sind die Kunden Bedienstungen.

- b) Speicher (storages) können von einer bestimmten Anzahl von Verkehrseinheiten belegt werden und auch verlassen werden. Die Belegung erfolgt bis zur Kapazitätsgrenze; sonst wird eine vorgeschaltete Warteschlange belegt. Speicher können auch Bearbeitungsstationen mit simultaner Bearbeitung sein, also mit einer Kapazität, die größer als eins ist. Weiter gelten dann dieselben Aussagen und Bedingungen wie unter Bedienungseinheiten (a). Auch hier stellen die Kunden Speicher dar, die die Rechnungen (Verkehrseinheiten) bearbeiten.
 - c) Warteschlangen (queues) werden vor jeder Station mit begrenzter Kapazität oder vor Verkehrsleitstellen (siehe 3.) eingerichtet. Die Kapazität in der Aufnahme von Verkehrseinheiten ist unbegrenzt. Ist die nachfolgende Bedienstung station belegt, so bleibt die Verkehrseinheit bis zur Freigabe der Station in der Warteschlange. Die Belegung der Warteschlangen mit Verkehrseinheiten gibt in vielen Simulationsmodellen Aufschlüsse über die Wirkungen von Maßnahmen. Im Zusammenhang mit Warteschlangen interessieren darum etwa die durchschnittliche und die maximale Warteschlangenlänge und die durchschnittliche und maximale Wartezeit. Rechnungen (Verkehrseinheiten) belegen vor ihrer Regulierung beim Kunden (Bedienungseinheit, Speicher) eine Warteschlange.
3. Verkehrsleitstellen (gates) halten Verkehrseinheiten auf, leiten sie um oder weiter in Abhängigkeit von Zuständen oder Eigenschaften der Verkehrseinheiten selbst oder anderer Komponenten oder in Abhängigkeiten von exogenen Daten wie Zeit oder Zufall. Blockierte Verkehrseinheiten belegen Warteschlangen. Verkehrsleitstellen dienen der Regelung und Steuerungen von

Vorgängen. Im vorliegenden Problem werden Rechnungen (Verkehrseinheiten) etwa wegen ihrer Gruppierung nach Artikeln oder Kunden zu bestimmten Bedienungseinheiten umgeleitet.

4. Verkehrswege (channels) verbinden andere Komponenten des Modells wie Bedienungseinheiten, Speicher, Warteschlangen und Verkehrsleitstellen. Auf den Verkehrswegen bewegen sich die Verkehrseinheiten. Die Rechnung (Verkehrseinheit) bewegt sich aus der Warteschlange beim Kunden zur Bearbeitung (Regulierung) beim Kunden in der Bedienstation über einen Verkehrsweg.

Die Kunst des Modellbaus besteht nun darin, das abzubildende System durch Modellkomponenten so darzustellen, daß sich am Modell das Verhalten des natürlichen Systems studieren läßt. Für den Modellablauf und dessen Auswertung gibt es folgende Einrichtungen (auch in Anlehnung an GPSS) (IBM =Simulation 3 ff=, Niemeyer =Simulation 26 ff=, Mertens =Simulation 39 ff=).

1. Zeit- und Ereignismechanismus: Die Fälligkeitszeitpunkte von Ereignissen wie Erzeugung einer Verkehrseinheit oder Ende einer zeitverbrauchenden Bearbeitung werden mit einem Zeitzähler (Simulationsuhr) verglichen. Bei Übereinstimmung der Simulationsuhr mit der Fälligkeit wird der Eintritt des Ereignisses simuliert. Da die Simulationsuhr von einem Starttermin ab diskrete Zeitpunkte angibt, also Minuten-, Stunden- oder Tagessprünge, vollziehen sich die Zustandsänderungen des Modells zu festen Zeitpunkten, und die Variablen ändern sich sprunghaft. (Dagegen wäre eine kontinuierliche Simulation durch eine kontinuierliche Änderung der Zeit charakterisiert.) In unserem Problem läuft die Simulationsuhr etwa ab heute bis zum Ende des Prognosezeitraums mit diskreten Zeitsprüngen (etwa Wochen).

2. Erzeugung von Verkehrseinheiten: Verkehrseinheiten werden etwa alle fünf Minuten, also in festen Zeitschritten, oder nach einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erzeugt. Zur Lösung unseres Problems müssen eventuell Umsätze erzeugt werden (siehe hierzu Kap. F II.).
3. Bewegung von Verkehrseinheiten: Nach dem Start wird eine Verkehrseinheit solange bewegt, bis sie das Modell verläßt oder in eine stationäre Komponente gerät, die sie blockiert oder einen zeitverbrauchenden Vorgang wie Bearbeitung, Transport oder Lagerung unterzieht. Im anstehenden Problem werden z.B. Umsätze (Verkehrseinheiten) bewegt, wenn Zahlungstermine erreicht werden.
4. Simulation von Zustandsänderungen: Die Bewegungen der Verkehrseinheiten bewirken Zustandsänderungen des Modells. Dabei wandern die Verkehrseinheiten durch eine Folge von Instruktionen, die das Verhalten des realen Systems simulieren. Im anstehenden Problem werden gemäß Wahrscheinlichkeitsverteilung Zustandsänderungen in Form der Ermittlung von Zahlungseingangsterminen simuliert.
5. Vernichtung von Verkehrseinheiten: Die Verkehrseinheiten scheiden aus dem Modell aus, wenn alle vorgesehenen Stationen durchlaufen wurden. Z.B. wird der einzelne Umsatz (Verkehrseinheit) nach Erreichen des Zahlungseingangstermins vernichtet.
6. Auswertung und Statistik: Beim Ablauf des Modells müssen Statistiken aufgebaut werden, aus denen anschließend die gewünschten Ergebnisse zusammengestellt werden können, etwa die Zahlungseingänge in den Perioden des Prognosezeitraums. Aus der Messung von Modellzuständen zu bestimmten Zeitpunkten und der statistischen Verdichtung der gemessenen Werte wird ein Protokoll erstellt. Im anstehenden Problem wird eine Auf-

stellung der Zahlungseingangserwartungen nach Perioden zu erstellen sein.

Einige Begriffe und Werkzeuge, die später bei der Bildung des Modells, mit dem sich diese Arbeit beschäftigt, herangezogen werden sollen, werden in den folgenden Kapiteln (D III. und IV.) eingehender behandelt.

III. Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit

Bestimmte Vorgänge, wie Meinungsbefragungen, Werfen von Würfeln, Untersuchungen von Werkstücken auf Fehler u.ä. zeigen, wenn sie nur häufig genug vorgenommen werden, stets das gleiche Ergebnis. So treten beim Würfeln die Ereignisse 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 ein. Wird das Würfeln häufig genug fortgesetzt, und werden die Ereignisse aufgeschrieben, so stellt man fest, daß die sechs möglichen Ereignisse sich annähernd gleich oft realisieren.

Das Verhältnis von Anzahl (n_i) der Realisierung eines bestimmten Ereignisses E_i zu der Anzahl aller Ereignisse (n) nennt man Häufigkeit und schreibt

$$h(E_i) = \frac{n_i}{n}.$$

Da $n_i \leq n$ ist, ist $0 \leq h(E_i) \leq 1$. Für das Eintreffen des Ereignisses "1" beim Würfeln ergibt sich die Häufigkeit $h(1) = \frac{1}{6} = 0,167$. Dafür sagt man auch 16,7 %. Ein Ereignis kann sich wiederum aus zwei oder mehreren Elementarereignissen zusammensetzen. Das Ereignis Augenzahl ≤ 3 beim Würfeln setzt sich aus den Elementarereignissen 1, 2 und 3 Augenzahlen zusammen. Offensichtlich ist

$$h(\leq 3) = h(1 \cup 2 \cup 3) = h(1) + h(2) + h(3) = 1/2$$

mit $\cup$ = oder und $\cap$ = und.

Da die Ereignisse 1, 2 und 3 Augenzahlen unvereinbar sind, können folgende Aussagen gemacht werden:

$$h(E_1 \cup E_2) = h(E_1) + h(E_2) \quad (\text{Disjunktion}) \text{ und}$$

$$h(E_1 \cap E_2) = 0 \quad (\text{Konjunktion}).$$

Die Konjunktion von unvereinbaren Ereignissen ergibt null, da E_1 und E_2 nie gleichzeitig auftreten, sich also gegenseitig ausschließen.

Es gibt aber auch Ereignisse, die untereinander vereinbar sind. Z.B. das Ereignis gerade Augenzahl und das Ereignis Augenzahl ≤ 3 sind vereinbar:

$$h(E_1) \cap h(E_2) \neq 0.$$

Es ist

$$h(E_1) \cap h(E_2) = h\{(2,4,6) \cap (\leq 3)\} = h(2) \neq 0$$

und stellt das gleichzeitige Eintreffen von E_1 und E_2 dar.

Zwei Ereignisse sind voneinander abhängig, wenn das Eintreten des zweiten Ereignisses vom Eintreten oder Nicht-eintreten des ersten abhängt. Sonst sind sie unabhängig.

Wie oben gezeigt, lassen sich Häufigkeiten von Ereignissen miteinander verknüpfen. Für n unvereinbare Ereignisse gilt die Summenregel

$$h(E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n) = h(E_1) + h(E_2) + \dots + h(E_n).$$

Für abhängige Ereignisse gilt der Multiplikationssatz:

$$h(E_1 \cap E_2) = h(E_1) \cdot h(E_2 | E_1).$$

Das ist die Häufigkeit für das gleichzeitige Eintreffen von E_1 und E_2 . $E_2 | E_1$ bedeutet, Ereignis E_2 tritt nur ein, wenn das Ereignis E_1 bereits eingetreten ist (Ereignis E_2 unter der Bedingung E_1). Ist $h(E_2 | E_1) = h(E_2)$, so sind E_1 und E_2 unabhängige Ereignisse und es gilt:

$$h(E_1 \cap E_2) = h(E_1) \cdot h(E_2).$$

Es liegt nun nahe, dem Ereignis E eine Zahl $w(E)$ zuzuordnen, die bei oftmaliger Ausführung eines Experiments, das zum Eintreffen des Ereignisses E führt, sich der Häufigkeit $h(E)$ annähert. $w(E)$ wird als Maß der Wahrscheinlich-

keit oder kurz Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen des Ereignisses E bezeichnet. Diese Wahrscheinlichkeit kann durch die Häufigkeit aus Versuchen annähernd bestimmt werden. Es gilt auch hier: $0 \leq w(E) \leq 1$. Ebenso gelten die Verknüpfungsregeln wie bei Häufigkeiten (Kreyszig =Methoden 57 ff=, Athen =Rechnen 344 ff=).

Bevor dieser Abschnitt abgeschlossen wird, soll anhand von Elementen, die in dieser Arbeit behandelt werden, gezeigt werden, wie sich die oben doch recht abstrakten Betrachtungen auf diese Elemente anwenden lassen.

Nehmen wir an, unser Ereignisraum bestehe aus den Ereignissen "Umsätze U " eines bestimmten Zeitraums. Dann ist $w(U) = 1$.

Die Ereignisse Umsätze setzen sich aus einer Fülle von Elementarereignissen zusammen. Beispielhaft seien hier einige genannt:

- Verschiedene Zahlungsbedingungen
- Kundengruppen oder Artikelgruppen
- Inlands- oder Auslandsumsatz
- Umsatzhöhe.

Es leuchtet ein, daß z.B. Inlands- oder Auslandsumsätze unvereinbare Ereignisse sind, ebenso verschiedene Zahlungsbedingungen. Dagegen lassen sich die Ereignisse Zahlungsbedingung 1, Umsatzhöhengruppe 2 und Auslandsumsatz miteinander vereinbaren.

Abhängig wären Ereignisse, wenn etwa eine bestimmte Umsatzhöhe nur bei einer festen Artikelgruppe auftreten würde.

Die folgenden zwei Beispiele sollen die Verknüpfungsregeln demonstrieren.

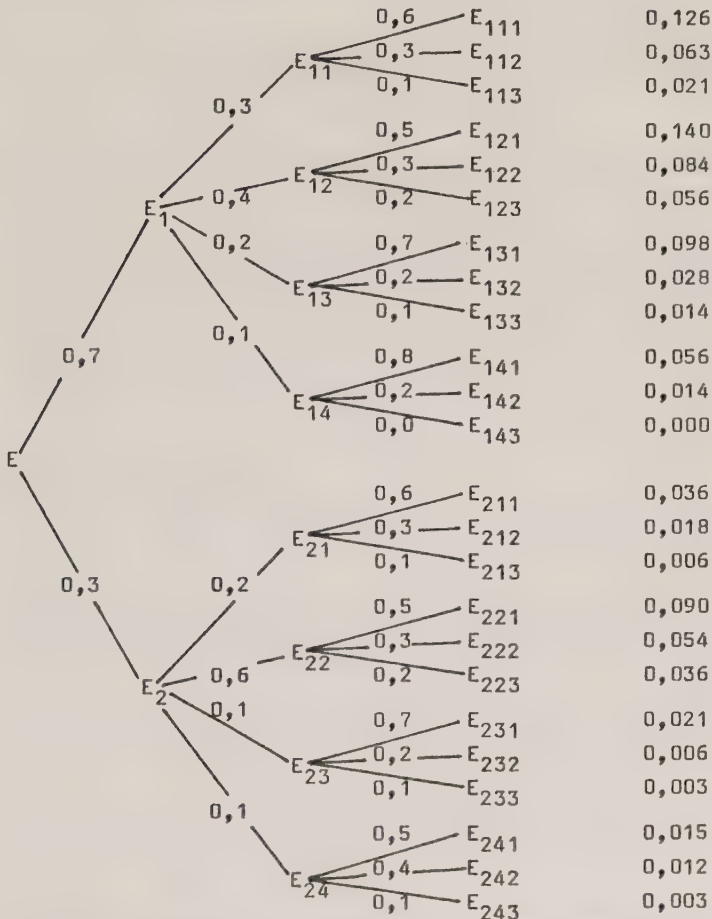
Von den Ereignissen "Umsätze U " seien 70 % Inlandsumsatz I und 30 % Auslandsumsatz A . Dann gilt die Summenregel:

$$w(U) = w(I \vee A) = w(I) + w(A) = 0,7 + 0,3 = 1.$$

Die Wahrscheinlichkeiten von 70 % für Inlands- und 30 %

für Auslandsumsätze haben sich aus statistischen Erhebungen ergeben.

Das zweite Beispiel ist in Form eines Ereignisbaums gezeichnet (Abb. 2).



Umsatz	vier Zahlungs-	Summe =	1,000
Inland	bedingungen	drei Gruppen	
Ausland		von Umsatz-	
		stufen	

Abb. 2

Die Ereignisse E_1 und E_2 sind Elementarereignisse für die Ereignisse E , und es ist

$$w(E) = w(E_1 \cup E_2) = w(E_1) + w(E_2) = 1.$$

Dasselbe gilt z.B. für die Elementarereignisse E_{11} , E_{12} , E_{13} und E_{14} zum Ereignis E_1 :

$$\begin{aligned} w(E_1) &= w(E_{11} \cup E_{12} \cup E_{13} \cup E_{14}) = \\ &= w(E_{11}) + w(E_{12}) + w(E_{13}) + w(E_{14}) = 1. \end{aligned}$$

Die Wahrscheinlichkeiten der vier Zahlungsbedingungen müssen aufgrund der statistischen Häufigkeitsverteilung der vier Zahlungsbedingungen auf den Inlandsumsatz ermittelt werden. Die in der Zeichnung angegebenen Zahlen sollen diese Wahrscheinlichkeiten wiedergeben.

Dasselbe gilt auch für die drei Gruppen von Umsatzstufen. Es ist also immer die Summe der Wahrscheinlichkeiten der Elementarereignisse zu einem "übergeordneten" Ereignis eins. Es ist leicht einzusehen, daß diese Aussagen gleich bleiben, wenn man übergeordnete Ereignisse mit den Elementarereignissen vertauscht. Die Untersuchung der Häufigkeitsverteilungen muß dann nur anders angesetzt werden.

Nun sind aber die Ereignisse E_1 , E_{11} und E_{111} voneinander abhängig und vereinbar, und es gilt der Multiplikationssatz für das gleichzeitige Eintreffen der genannten drei Ereignisse:

$$w(E_1 \cap E_{11} \cap E_{111}) = w(E_1) \cdot w(E_{11}|E_1) \cdot w(E_{111}|E_{11}).$$

Wie sich am Ereignisbaum ablesen läßt, ist

$$w(E_1 \cap E_{11} \cap E_{111}) = 0,7 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,126$$

und

$$w(E_1 \cap E_{12} \cap E_{123}) = 0,7 \cdot 0,4 \cdot 0,2 = 0,056$$

usw. Diese Werte wurden bereits eingetragen.

Da der Ereignisraum von E_{111} ganz im Ereignisraum E_{11} liegt und dieser wiederum im Ereignisraum E_1 , ist

$$w(E_{111}) = w(E_1 \cap E_{11} \cap E_{111})$$

die Wahrscheinlichkeit, mit der die Ereignisse erste Umsatzstufe, erste Zahlungsbedingung und Inland in bezug auf die Ereignisse Umsatz E eintreffen. Das gilt natürlich entsprechend für die anderen Äste des Ereignisbaums.

Da nun die Ereignisse E_{ijk} Elementarereignisse für die Ereignisse E sind, muß gelten

$$w(E) = w\left(\bigcup_{ijk} E_{ijk}\right) = \sum_{ijk} w(E_{ijk}) = 1.$$

Das Zahlenbeispiel des Ereignisbaumes zeigt dieses Ergebnis.

Jedem Ereignis $E_{n_1 n_2 n_3}$ können nun noch die Zahlungseingangswahrscheinlichkeiten etwa in Perioden beigegeben werden. Darauf wird noch bei der Untersuchung von Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen im Kapitel F IV. einzugehen sein.

IV. Zufallszahlen

1. Zufallszahlen zur Bestimmung von Ereignissen

Nehmen wir an, zehn Prozent eines Umsatzes oder des Umsatzes einer Periode führt nach einer Periode, 50 % nach zwei, 30 % nach drei und der Rest von 10 % nach vier Perioden zum Zahlungseingang. Damit ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Zahlungseingang von Umsätzen gegeben.

Bei einer graphischen Auftragung dieser Verteilung ergibt sich folgendes Bild (Abb. 3):

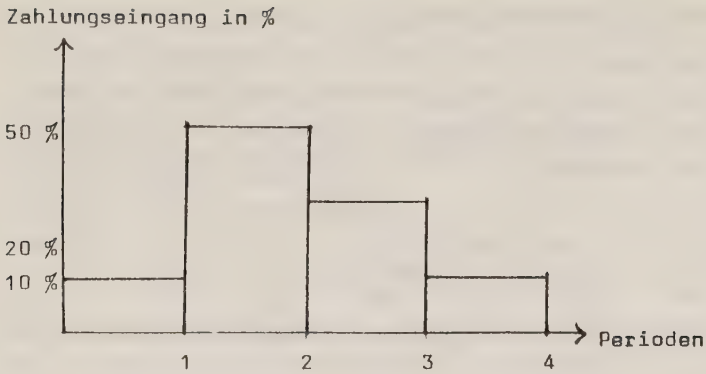


Abb. 3

Oder wenn die Zahlungseingangswahrscheinlichkeiten von Periode zu Periode addiert werden, ergibt sich im Bild folgende Summenhäufigkeitsverteilung (Abb. 4):

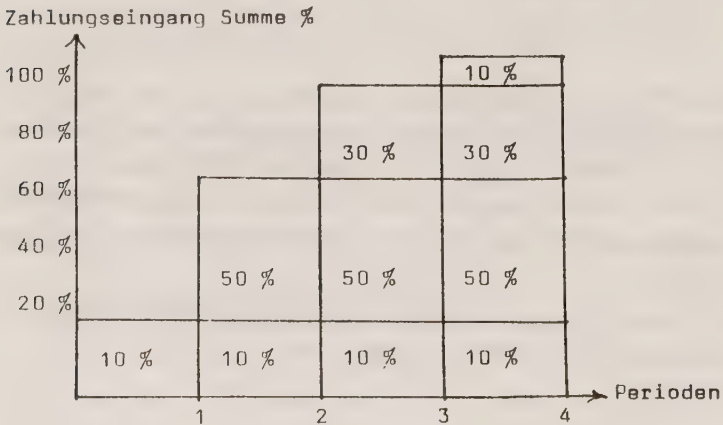


Abb. 4

Werden x- und y-Achse vertauscht, Prozent durch Zufallszahl ersetzt, so ergibt sich folgender Zusammenhang (Abb. 5):

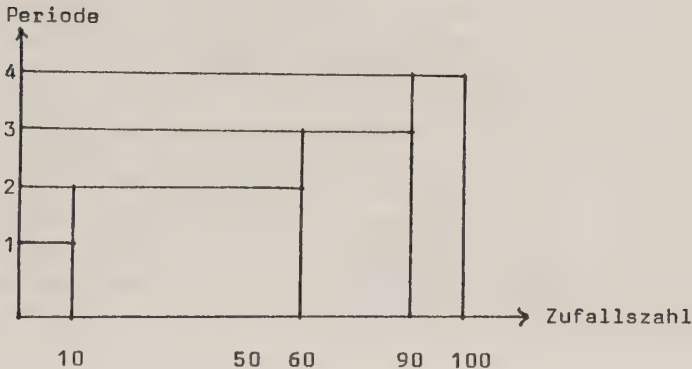


Abb. 5

Die Eintrittswahrscheinlichkeitsprozente werden durch gleichverteilte Zufallszahlen repräsentiert. Wird in unserem Beispiel eine Zufallszahl von 1 bis 10 erzeugt, so tritt der Zahlungseingang nach einer Periode ein, erzeugen wir eine Zufallszahl zwischen 11 und 60, so erwarten wir den Geldeingang in der zweiten Periode usw.

Statt Zufallszahlen von 1 bis 100 können auch solche von 0 bis 1, 1 bis 10 oder auch größere von 1 bis 1000 genommen werden. Es kommt immer auf den Anwendungsfall an.

Voraussetzung für die Anwendung von Zufallszahlen ist eine ausreichend große Menge von Ereignissen, die erzeugt werden sollen. Ohne näher auf Gültigkeitsprobleme einzugehen, sei auf das in der Statistik bekannte "Gesetz der großen Zahl" hingewiesen: Um Gesetzmäßigkeiten aufzuspüren, ist eine ausreichend große Zahl von Fällen notwendig. Um Gesetzmäßigkeiten nachzuempfinden, müssen eine ausreichend große Zahl von Fällen erzeugt werden.

Im obigen Beispiel mit der Wahrscheinlichkeitsverteilung von 10 %, 50 %, 30 %, 10 % für den Geldeingang genügt es nicht, aus der Umsatzsumme einer Periode über eine einzige Zufallszahl die Zahlungseingangserwartung zu bestimmen. Es müssen vielmehr die Ereignisse des Geldeingangs für jeden einzelnen Umsatz einer Periode über entsprechend viele Zufallszahlen bestimmt werden.

Wie wir später sehen, wird bei der Bestimmung der Zahlungseingangserwartungen versucht werden, durch eine Untergliederung der Umsätze nach Kunden, Umsatzhöhe, Produkten usw. eine Verfeinerung der Vorhersage zu erreichen. Das wiederum wird aber nur insoweit möglich sein, wenn trotz Untergliederung das Gesetz der großen Zahl erhalten bleibt.

2. Die Erzeugung von Zufallszahlen

Stochastische Simulationsmodelle benötigen zur Durchrechnung eine große Zahl von Zufallszahlen. Die Gewinnung von Zufallszahlen kann auf folgenden Wegen erfolgen:

- a) Es wird eine Zufallszahl gewürfelt (zehnflächiger Würfel für jede Dezimalstelle).
- b) Die Zufallszahlen werden aus einer Tabelle entnommen (die mittleren Stellen der Telefonnummern aus dem Telefonbuch einer Großstadt).
- c) Aus einem physikalischen Vorgang werden durch Analog-Digital-Umwandlung Zufallszahlen erzeugt (der jeweilige Stand des Befehlszählers eines arbeitenden Computers wird von Fall zu Fall festgehalten).
- d) Die Zufallszahlen werden durch einen Zufallszahlengenerator mit Hilfe eines Computers berechnet.

Nur der vierte Fall ist hier weiter von Bedeutung, da nur so mit vertretbarem Aufwand eine große Zahl von Zufallszahlen erzeugt werden kann. Die durch einen Algorithmus

generierten Zufallszahlen nennt man auch Pseudozufallszahlen, da sie bei Kenntnis der Ausgangsparameter jederzeit reproduzierbar sind.

Diese Zufallszahlen müssen

1. gleichverteilt sein,
2. scheinbar zufällig und unabhängig sein,
3. eine möglichst große Periode aufweisen und
4. sich im Computer möglichst schnell bilden lassen (Mertens =Simulation=).

Eine erste Kontrolle, ob die benutzten Zufallszahlen gut verteilt sind, ist, das arithmetische Mittel der Zufallszahlen zu bilden. Das Ergebnis müßte ungefähr der halben Summe der größt- und der kleinstmöglichen Zufallszahl sein:

$$\frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n} \approx \frac{z_k + z_g}{2}$$

- z_i : erzeugte Zufallszahlen
 n : Anzahl
 z_k : kleinstmögliche Zufallszahl
 z_g : größtmögliche Zufallszahl.

Für diese Arbeit wurde ein (Pseudo-)Zufallszahlengenerator nach der Kongruenzmethode aufgebaut und mit Hilfe eines Computerprogramms getestet:

$$y_{i+1} = a \cdot y_i \pmod{m}.$$

Modulo m bedeutet, daß der Rest verbleiben soll, wenn $a \cdot y_i$ durch m geteilt wird. Als dreistellige Zufallszahl werden die Tausender-, Hunderter- und Zehnerstelle von y_{i+1} genommen; entsprechend ergeben die Hunderter- und Zehnerstelle eine zweistellige Zufallszahl.

Es bedeuten

- a : Konstante, möglichst Primzahl in der Größenordnung 2^{12} , z.B. 4093,

m : Konstante, möglichst Primzahl in der Größenordnung 2^{18} , z.B. 262147.

Da y_i durch die vorherige Bildung von y_{i+1} kleiner als m ist, wird $a \cdot y_i$ nicht größer als 2^{30} . (Die Variablen y, a und m werden als Integer-Konstante (ganzzahlig) definiert, da als Programmiersprache FORTRAN benutzt wird. Der Speicherplatz von BYTE-Maschinen für Integer-Variable kann Werte bis $2^{31} - 1$ aufnehmen.)

Der erste Wert, den y_i annimmt, kann aus dem Tagesdatum (vierstellige Zahl aus Tag und Monat) gebildet werden.

Die Prüfung des hier beschriebenen Zufallszahlengenerators erfolgte mit Hilfe eines FORTRAN-Programms.

1. Es wurden fünf mal 100000 dreistellige Zufallszahlen beginnend mit jeweils fünf willkürlichen Tages- und Monatsangaben gebildet und in Tabellen ausgedruckt.
2. Mit denselben Ausgangsbedingungen wurden fünf mal 200000 dreistellige Zufallszahlen erzeugt.
3. Es wurden fünf mal 200000 zweistellige Zufallszahlen gebildet und auch in Tabellen ausgegeben.

Die Verteilung war in allen Fällen gut. Der Fall 2. brachte einen Ausgleich der in Fall 1. mit geringerer Häufigkeit bedachten Zahlen und umgekehrt. Das beste Ergebnis brachte Fall 3., so daß es angebracht ist, so weit es geht, zweistellige Zufallszahlen zu verwenden.

V. Mathematische Methoden und elektronische Datenverarbeitung

Es steht unzweifelhaft fest, daß die Anwendung mathematischer Methoden für Prognosen und zur Entscheidungshilfe in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten vor allen Dingen deshalb so riesige Fortschritte gemacht hat, da in diesem Zeitabschnitt die Entwicklung und die Zurverfügungstellung von immer größeren und schnelleren elektro-

nischen Datenverarbeitungsanlagen erfolgte. Der elektronischen Datenverarbeitung kommt eine hervorragende Stellung bei der modellhaften Verarbeitung von Daten zu, da nur so praktisch beliebig viele Daten verarbeitet werden können. Alternative Rechnungen lassen sich durchführen, und beliebig viele Daten und Informationen können gespeichert werden. Der Einfluß von geänderten Größen auf bestimmte Fragen kann untersucht werden. Es kann z.B. die Frage beantwortet werden, wie sich eine Änderung der Zahlungsbedingungen oder eine Verlagerung des Absatzes auf mehr Export auf die Zahlungseingänge auswirkt.

Aber nicht nur eine unbeschränkte Menge von Daten können so mit Hilfe einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage bewältigt werden, sondern es wurde möglich, komplexe und aufwendige Rechenvorschriften einzusetzen. Bei größeren Problemen wird die Anwendung für eine Durchrechnung "mit der Hand" unzumutbar. Es ist deshalb naheliegend, zur Lösung auch von Simulationsmodellen elektronische Datenverarbeitungsanlagen heranzuziehen.

Die Vorteile des Einsatzes von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen liegen weiterhin darin, daß gleitende Prognosen gestellt werden können. Die Kontrolle wird durch die fortlaufende Speicherung realisierter Istwerte erleichtert. Von großem Vorteil ist auch die Möglichkeit, die Strukturierung der Modelle variabel zu gestalten und so für eine größere Zahl von unterschiedlichen Anwendungen zugänglich zu machen.

Es hat sich gezeigt, daß bei der Lösung mit Simulationstechniken eine ganze Reihe von Gemeinsamkeiten vorhanden sind: Zufallszahlengenerator, Organisation von Warteschlangen und Bedienungseinheiten, Statistiken, Simulationsuhr usw. Hier sei auf die vorhergehenden Kapitel D II. bis IV. verwiesen. Es lag nahe, diese Gemeinsamkeiten möglichst in allgemeiner Form zu programmieren und als Programmroutinen zur Verfügung zu stellen.

Tatsächlich ist man noch einen Schritt weitergegangen und hat eigene problemorientierte Simulationssprachen geschaffen, mit deren Hilfe sich Simulationsmodelle formulieren und auf einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage ablaufen lassen. Diese Simulationssprachen enthalten keine fertigen Anwendungen (Modelle), sondern stellen lediglich Werkzeuge zum Bau von Modellen dar.

Die bekanntesten zur Verfügung stehenden Simulationssprachen sind

SIMSCRIPT
GPSS
SIMULA und
SIMPL/I.

GPSS steht für General Purpose Simulation System. Diese Sprachen beruhen auf höheren Programmiersprachen wie FORTRAN und PL/I.

Natürlich ist es möglich, in jeder Programmiersprache Simulationsprogramme zu erstellen. Dann aber ist es notwendig, die problemspezifischen Anforderungen der Simulationstechniken selbst zu programmieren.

In dieser Arbeit wird dieser letzte Weg beschritten und FORTRAN als Programmiersprache benutzt.

In den meisten industriellen Unternehmungen werden keine Simulationssprachen benutzt. Trotzdem können sich diese Unternehmen bei der Lösung von Problemen der Simulationstechnik bedienen, ohne eine große elektronische Datenverarbeitungsanlage mit einer Simulationssprache in Betrieb zu haben.

Darum soll hier auf Simulationssprachen verzichtet werden, um die Anwendung der Simulationstechnik gleichzeitig einem größeren Kreis von Anwendern zu zeigen und zu ermöglichen.

E. Informationsgewinnung

I. Begriff der Information

Unter Information wird zielerreichungsrelevantes Wissen verstanden. Informationen können Wissen um die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft verkörpern. Basisinformationen sind das Wissen um Vergangenheit und Gegenwart, während Voraussagen (Prognosen) das Wissen um die Zukunft bedeuten (Schmidt =Zielerreichung 26 f=). Ablauf und Ergebnis von Unternehmungen sind abhängig von Informationen. Ohne Informationen können keine sinnvollen Entscheidungen getroffen werden, und für die "richtige" Entscheidung ist der jeweilige Informationsstand ausschlaggebend. Soll z.B. eine Entscheidung über die Höhe der Liquiditätsreserven für die nächste Periode getroffen werden, so sind hier die Informationen über die Zahlungseingangserwartungen dieser Periode von großer Wichtigkeit.

In der Informationstheorie sind Daten "durch Zeichen oder kontinuierliche Funktionen auf Grund bekannter oder unterstellter Abmachungen dargestellte Informationen" (DIN 44 300). Daten, die im Zusammenhang mit dieser Arbeit auftreten, sind rein formal eine Kombination von Ziffern, Buchstaben und eventuell noch Sonderzeichen. Die Aussagen bzw. der Inhalt von Daten wird gleichgesetzt mit dem Begriff der Information. Daten - sofern Daten eine Bedeutung haben - und Informationen sind insofern synonyme Begriffe. Eine Information beinhaltet hiernach eine Nachricht, eine Mitteilung, eine Angabe, eine Unterlage ... Eine Information veranlaßt den Empfänger zur Auswahl und Entscheidung, zu einem bestimmten Verhalten.

Informationen werden durch Signale dargestellt. Diese Signale dienen der Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen. Die Erscheinungsformen von Signalen zur Darstellung von Informationen sind z.B.

Schallwellen, Magnetpunkte und elektrische Impulse und werden technisch in Datenträger umgesetzt. Datenträger sind z.B. Buchdruck, Lochkarten, Magnetbänder usw. Eine Information stellt demnach eine Einheit dar aus Informationsträger und zugeordneter Bedeutung aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen.

In der Daten- bzw. Informationsverarbeitung bedeutet eine Informationseinheit eine logisch zusammengehörige Gruppe von Daten, in der Regel unter einem oder mehreren Ordnungsbegriffen. Eine Informationseinheit - in der Datenverarbeitung Satz genannt - wird also als eine logisch in sich abgeschlossene Einheit höherer Ordnung den Daten gegenübergestellt. Durch die Verbindung von Daten mit Ordnungsbegriffen können Daten geordnet, zusammengefaßt und in Korrelation gebracht werden, d.h. es kann eine Datenverarbeitung stattfinden.

II. Informationsbedarf der Finanzwirtschaft

Der Informationsbedarf besteht aus der Gesamtheit aller zur informatorischen Abbildung eines Zielerreichungsfeldes notwendigen Informationen nach Art und Umfang (Schmidt =Zielerreichung 27=). Finanzwirtschaftliche Planungsrechnungen haben naturgemäß einen Informationsbedarf. Es werden neben den Basisinformationen Informationen über die Zukunft (Voraussagen) benötigt, wie etwa über Liquiditätsengpässe - Höhe und Dauer von Fehlbeträgen - oder von künftigen Überschüssen. Die Informationen über künftige Zahlungsbewegungen bedürfen der rechnerischen Fundierung, soweit sie nicht schon exakt vorliegen. Wann für einen Kredit Zinsen fällig sind, ist bekannt; wie hoch die Ausgaben für Heizöl sind, kann heute nur geschätzt werden, da sich Preise und Witterung nicht exakt bestimmen lassen.

Die Informationsgewinnung, insbesondere von notwendigen Informationen der Finanzwirtschaft, wird im Abschnitt über die Modellbildung (F.) behandelt.

III. Anforderungen an Informationen

Basisinformationen und Informationen über die Zukunft müssen unter Beachtung des Prinzips der Wirtschaftlichkeit

- 1) in der richtigen Form (Quantität, z.B. lückenlos),
- 2) zum richtigen Zeitpunkt (Aktualität, z.B. tagesgenau) und
- 3) mit dem richtigen Gehalt (Qualität, z.B. gleiche Gewichtung, zukunftsbezogen richtig aufbereitet)

einem bestimmten Zweck - z.B. Finanzwirtschaft - dienend, zur Verfügung gestellt werden.

Auf die Informationen und die Instrumente zur Informationsgewinnung des vorliegenden Problems bezogen sind vorstehende Forderungen bei den folgenden Informationsquellen - wie auch später im Modell - zu überprüfen.

IV. Informationsquellen

1. Basisinformationen

Basisinformationen, also Informationen über Vergangenheit und Gegenwart, lassen sich durch Dokumentation, Statistik oder Test, aber auch durch Schätzung und Befragung gewinnen. Für das vorliegende Problem zeigt die tagfertige Buchhaltung alle Umsätze und ist so Informationsquelle für alle Zahlungseingangserwartungen. Diesen Gegenwartsinformationen fehlt aber die Zukunftsbezogenheit. Die Unternehmungen können sich aber nicht mehr mit Informationen zufriedengeben, die bei tagfertigen Aufzeichnungen der Außenstände und Verpflichtungen der Geld- und Sachbewegungen aufhören. Für die Liquiditätsplanung etwa werden Zukunftsinformationen benötigt. Dazu ist es notwendig, mit Hilfe von Zeitraumanalysen Zukunftsinformationen zu erstellen. Diese Analysen lassen sich wiederum nur anfer-

tigen, wenn Informationen aus abgeschlossenen Perioden vorliegen. Aus der Vergangenheit wird so versucht, auf die Zukunft zu schließen. Um also Informationen für den Liquiditätsplan zusammenstellen zu können, benötigen wir neben den tagfertigen Informationen aus der Finanzbuchhaltung Informationen aus der Vergangenheit, vorausgesetzt, es ist überhaupt möglich, aus der Vergangenheit auf die Zukunft zu schließen. Ist das aber möglich - und diese Arbeit versucht hier einen Lösungsversuch -, so müssen diese Informationen selbstverständlich lückenlos eine ausreichend zurückliegende Zeit mit Angabe des oder der Zeitpunkte abdecken. Soll z.B. der durchschnittliche Zahlungseingang in Tagen errechnet werden, so müssen Informationen vorhanden sein, die von einer oder mehreren Perioden jeweils das Datum des Zahlungseingangs und des dazugehörenden Umsatzes zeigen. Die Informationen müssen so beschaffen sein, daß sich zwei oder mehrere Informationen miteinander in Beziehung setzen lassen: Angabe der Periode in jeder Information, über einen Ordnungsbegriff lassen sich Umsatz und Zahlungseingang zusammenbringen usw.

Es wäre aber vermessen zu behaupten, der Schluß aus der Vergangenheit auf die Zukunft wäre absolut richtig, selbst wenn diese Arbeit zu einer Lösung kommt. Der Schluß auf die Zukunft stellt nichts anderes als eine Voraussage dar. Über deren generelle Sicherheit wurde in dieser Arbeit an anderer Stelle (B.III., D.I.) bereits einiges gesagt.

2. Informationen über die Zukunft

Die bisher betrachteten Informationen aus der Vergangenheit bis zu tagfertigen Aufzeichnungen sind - abgesehen von fehlerhafter Erfassung und Speicherung - absolut richtig. Dagegen haben Informationen über die Zukunft, die heute schon vorliegen, in bezug auf ihr Eintreffen

eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit. So ist die Information über Ausgaben für eine bestimmte Miete in absehbarer Zukunft und in ihrer Höhe absolut sicher, die Ausgaben für Löhne und Gehälter sind zumindest in ihrer Höhe schwankend. Ausgaben für den Winterstreudienst sind in Höhe und Zeitpunkt sehr unsicher. Zinseinnahmen mit festem Zinssatz sind sicher, nicht so die erwarteten Zahlungseingänge aufgrund von Umsätzen.

Es ist also unbedingt notwendig, den Wahrscheinlichkeitsgehalt von Informationen zu bestimmen, die die Zukunft betreffen. Die Eintrittswahrscheinlichkeit der hier zu ermittelnden Informationen ist zunächst nicht bekannt. Es muß eine Basis gefunden werden, zu der die Informationen in Bezug gesetzt werden, um eine Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Diese Basis könnten Durchschnittswerte von Voraussagen - etwa Zahlungseingangserwartungen - für eine Periode sein, wenn die Voraussagen mit unterschiedlichen Verfahren oder Parametern durchgeführt worden wären. Ein Maß für die Wahrscheinlichkeit ergibt sich aus der Streuung der Voraussagen (Standardabweichung). Diese Möglichkeit scheidet für das vorliegende Problem aus, da für jede Periode nur eine Voraussage getroffen wird. Aus einem späteren Vergleich der Voraussagen mit der Realität läßt sich - bei ständiger Überprüfung - der Wahrscheinlichkeitsgehalt von Informationen bestimmen. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden also an den späteren Zahlungseingängen zu messen sein.

Informationen über die Zukunft sind lückenhaft, denn ohne Daten der Vergangenheit lassen sich viele Zukunftsdaten nicht bilden. Ohne Kenntnis der Umsätze sind die Zahlungseingänge nicht abzuschätzen.

Um Informationen über die Zukunft zu erhalten, muß versucht werden, die Informationen aus der Vergangenheit in zukunftsbezogene Aussagen umzuwandeln. Informationen sind einmal das Wissen über reale Sachverhalte, sofern die Informationen vergangenheitsbezogen sind. Um aber etwa die

Zahlungseingangserwartungen einer in der Zukunft liegenden Zeitspanne zu erhalten, benötigen wir Wissen über mögliche Sachverhalte. Die vorliegenden Informationen werden aufgenommen, zu Plänen, Prognosen oder Entscheidungen verarbeitet und als Anregungen oder Weisungen weitergegeben. Zur Verarbeitung der Informationen zu möglichen Sachverhalten und Entscheidungen benötigen wir Techniken, Mittel und Methoden der Informationsverarbeitung und Informationsverwendung.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine bestimmte Methode anzuwenden, um aus Basisinformationen brauchbare Informationen über mögliche Sachverhalte - hier die Prognose von Zahlungseingängen - zu erhalten.

Die so gewonnenen Informationen müssen natürlich lückenlos und zeitlich präzise sein. Diese Forderung ist umso schwieriger, je weiter die Informationen in die Zukunft reichen sollen. Ihre Genauigkeit schwankt unter dem Einfluß vieler Faktoren und Wechselwirkungen, läßt sich aber durch präzise Ausgangsinformationen und der sinnvollen Anwendung mathematischer Methoden günstig beeinflussen.

Der Liquiditätsplan sollte "lückenlos die zukünftigen Einnahmen und Ausgaben mit weitgehend präzisen Angaben über die Zahlungszeitpunkte" enthalten (Witte =Finanzplanung 41=). Unser Problem - die Liquiditätsplanung - benötigt Informationen, die zum Teil erst errechnet werden müssen. Die Schwierigkeit liegt in der Erfassung, Berechnung und Gewichtung der Informationen, die die zukünftigen Zahlungsbeveugungen angeben bzw. helfen, diese zu planen.

Die Informationen müssen in der Lage sein, besondere Gefahrenpunkte zu erkennen, wie zu hohe, festgelegte Gelder, überhöhte Kosten, Ungleichgewichte zwischen Debitoren- und Kreditorenbereich, aber auch helfen, Chancen zu erkennen, etwa helfen, den Kreditspielraum auszunützen oder freies Kapital einzusetzen.

U.a. gehören die Zahlungseingangserwartungen als sehr wichtige Information in diese Betrachtungen. Eine einfache Methode, um die Zahlungseingangserwartungen abzuschätzen, wäre die des arithmetischen Mittels: Es werden die Tage summiert, die sich aus der Differenz des Datums der Umsätze einer oder mehrerer Perioden mit den dazugehörenden Zahlungseingängen ergeben. Die Summe wird dann durch die Anzahl der Umsätze dividiert. Diese Information kann für denkbare Fragestellungen, auch im Rahmen von Liquiditätsplanungen, ausreichen. Wird dagegen eine zeitliche Präzision gefordert, z.B. eine tagesgenaue Liquiditätsplanung, ist die Genauigkeit der Information über die durchschnittliche Zahlungseingangserwartung sicher nicht brauchbar.

3. Externe Informationen

Neben den bisher aufgezählten Informationen, die in der Finanzsphäre des Unternehmens anfallen, bzw. gebildet werden, gibt es eine Fülle von Informationen, die außerhalb der Finanzwirtschaft liegen. Es gibt Daten anderer Funktionsbereiche des Unternehmens, die die Informationen des Finanzbereichs beeinflussen wie z.B. die Änderung der Produktpalette, der Lagerpolitik oder im Personalbereich. Die Finanzwirtschaft des Unternehmens muß hier ihre Forderungen anmelden, rechtzeitig über Vorhaben und Planungen anderer Unternehmensbereiche unterrichtet zu werden, die Einfluß auf die Höhe und/oder zeitliche Auswirkungen von Einnahmen und Ausgaben haben können. Diese Forderung ist in angespannteren finanziellen Situationen um so dringlicher. Dadurch ist es möglich, rechtzeitig Ungleichgewichte zwischen den Bereichen einer Unternehmung zu erkennen. Der Finanzplan kann so zur besseren Integration der Bereiche führen.

Zu den externen Informationen gehören aber auch Daten, die von außerhalb der Unternehmung die Planung beeinflus-

sen. So liefern Diskontsatz und zukünftiger Konjunkturverlauf, Markttendenzen und Saisoneinflüsse wichtige Parameter zur besseren Liquiditätsplanung.

V. Probleme der Informationsgewinnung

Es wurden schon einige Probleme bei den bisherigen Betrachtungen zu den Informationen aufgezeigt. Informationen sind Grundlage aller Entscheidungen. Steuerung oder Planung von Unternehmensprozessen sind ohne Informationen undenkbar. Obwohl wir unter einer Informationslawine leiden - Verdopplung des Informationsvolumens alle sechs bis sieben Jahre -, besteht ein Mangel an Informationsqualität. Es fehlt daran, zweckmäßige Auswahl und Aufbereitung von Informationen darzubieten. Darum ist die Informationsgewinnung häufig der schwierigste Teil von Entscheidungsprozessen. Es sind Kenntnisse über Methoden und Techniken der Beurteilung, Beschaffung, Verarbeitung und Verwendung von Informationen erforderlich. Die Informationen müssen hinsichtlich ihrer zeitlichen und sachlichen Dimensionierung vereinheitlicht werden. Die Anwendung komplizierter, hochstrukturierter mathematischer Beziehungen ist sinnlos, wenn die erforderlichen Informationen nicht beschafft, berechnet oder zuverlässig geschätzt werden können. Ebenso ist es selbstverständlich, daß sich Informationen in ihrer Genauigkeit entsprechen und zur rechten Zeit verfügbar sein müssen.

Hier soll abschließend im Zusammenhang versucht werden, Hinweise dafür zu geben, welche Probleme bei der Informationsgewinnung auftreten können - damit sind gleichzeitig auch Forderungen an die Informationsgewinnung verbunden -:

1. Informationen müssen neutral sein, d.h. die Eingangsparameter müssen zu jedem Zeitpunkt identisch sein; z.B. dürfen aufgrund von Bewertungsmanipulationen keine Verzerrungen auftreten.

2. Risiko und Unsicherheit von zukunftsorientierten Informationen müssen durch Gewichtung mit ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zur Eingrenzung in Verbindung gebracht werden können.
3. Informationen müssen jederzeit abrufbar und damit auskunftsbereit sein. Eine ausreichende Aktualität kann fehlen, wenn sie nur in bestimmten Zyklen (z.B. monatlich) erstellt werden.
4. Informationen dürfen nicht als isolierte Größen gewonnen werden. Durch Ordnungsbegriffe muß ihnen ein integrativer Charakter verliehen werden. Die funktionalen Zusammenhänge müssen erkennbar sein. Informationen werden so zu Informationseinheiten zusammengeschlossen.
5. Der Aufbau der Informationseinheiten muß so geschehen, daß sich komplexe mit einfachen Informationseinheiten vertragen. Der Aufbau muß so flexibel sein, daß bei weiteren Informationsanforderungen und -verarbeitungen eine Ausbaufähigkeit der Informationseinheiten gegeben ist.

Diese Forderungen an die Informationsgewinnung bezogen auf das anliegende Problem kann bedeuten, Informationsprozesse der Unternehmung aufzubauen, zu ändern oder zu verbessern. Das kann organisatorische Maßnahmen hinsichtlich der Methoden, der Techniken und der Instrumente der Informationsgewinnung mit sich bringen. Genannt seien hier: Neuorganisation der Buchhaltung, um tagfertige Aufzeichnungen greifbar zu haben, Einsatz einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage oder deren Vergrößerung etwa hinsichtlich der externen Speicher, Änderung der Informationswege, um etwa die Zahlungseingänge früher zu verbuchen, Ergänzung der Informationen mit Datenfelder wie Artikelnummer usw.

F. Modellbildung

I. Organisatorische Probleme

Das Ziel dieser Arbeit ist die Bildung eines Prognosemodells, das mit Hilfe der Simulationstechnik die Zahlungseingangserwartungen bestimmen soll. Dazu sind eine Reihe von Voraussetzungen zu erfüllen, bzw. es sind eine Reihe von organisatorischen Problemen zu lösen:

1. Auswahl und zeitliche Abgrenzung der Ausgangsinformationen, also die Festlegung des Informationsbedarfs.
2. Inhalt und Aufbau der Ausgangsinformationen, d.h. den Informationsinhalt.
3. Beschaffung der Ausgangsinformationen, die Datenerfassung bzw. die Informationsbeschaffung.
4. Untersuchungen über Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen.
5. Auswahl und Bestimmung der Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen.
6. Darstellung des Modells in einem Diagramm unter Berücksichtigung des dynamischen Charakters, also einen Datenflußplan.

Im folgenden werden diese Probleme untersucht. Es wird der Versuch unternommen, eine Lösung zu finden. Wenn das gelingt, ist die Erstellung eines Computerprogramms der nächste Schritt.

II. Auswahl und zeitliche Abgrenzung der Ausgangsinformationen

Zur Bestimmung der Zahlungseingangserwartungen werden Umsätze herangezogen. Die Zahlungseingänge sollen für einen bestimmten Prognosezeitraum vorhergesagt werden. Zwei Fragen stellen sich hier, deren Beantwortung anschließend erfolgt:

1. Aus welchem Zeitabschnitt müssen die Umsätze genommen werden, die im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können?
2. Liegt dieser Zeitabschnitt zum Prognosezeitpunkt - zum Zeitpunkt also, an dem die Prognose gestellt wird - ganz in der Vergangenheit?

Die Zahlungseingangstermine sind in bezug auf ihre Umsatztermine mehr oder weniger weit gestreut. Diese Streuung ist von Unternehmung zu Unternehmung verschieden. Das kann erst recht zutreffen, wenn die Unternehmungen verschiedenen Branchen angehören. Auf eine einzelne Unternehmung bezogen gibt es eine größte und eine kleinste Differenz zwischen Umsatzterminen und ihren jeweiligen Zahlungseingangsterminen. Diese Differenzen lassen sich durch statistische Erhebungen gewinnen. Der Anfang des gefragten Zeitabschnittes unter 1. beginnt zu dem Zeitpunkt, der sich ergibt, wenn vom Beginn des Prognosezeitraums mit der größten Differenz zurückgerechnet wird. Das Ende des gefragten Zeitabschnittes ergibt sich aus der Rückrechnung vom Ende des Prognosezeitraums mit der kleinsten Differenz. Zum Beispiel beginne der Prognosezeitraum zum Zeitpunkt 10 und ende nach fünf Zeiteinheiten (Perioden) zum Zeitpunkt 15.

Die größte Zeitdifferenz zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen betrage zehn und die kleinste drei Zeiteinheiten. Der Beginn des Zeitabschnittes, aus dem Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können, ist dann der Zeitpunkt $10 - 10 = 0$ und das Ende dieses Zeitabschnittes der Zeitpunkt $15 - 3 = 12$. Das heißt, alle Umsätze zwischen den Zeitpunkten 0 und 12 können im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen. Damit beantwortet sich die erste Frage durch folgende Feststellung:

Es werden alle die Umsätze zur Bestimmung der Zahlungseingangserwartungen herangezogen, die innerhalb des Zeitabschnittes, für die die Zahlungseingänge vorhergesagt wer-

den sollen, zu Zahlungseingängen führen können. Daraus folgt, daß der zeitlich älteste dieser Umsätze den Beginn und der zeitlich jüngste das Ende des Zeitabschnitts bestimmen, dessen Umsätze zur Bestimmung der Zahlungseingänge herangezogen werden.

Die zweite Frage wirft das Problem auf, ob der Zeitabschnitt der Umsätze zum Prognosezeitpunkt schon beendet ist, oder ob er vielleicht sogar mehr oder weniger weit in den Prognosezeitraum hineinreicht?

Aus obigem Zahlenbeispiel ergibt sich, daß Umsätze, die bis zum Zeitpunkt 12 auftreten, im Prognosezeitraum zum Zahlungseingang führen können. Das heißt, der fragliche Zeitabschnitt reicht in den Prognosezeitraum hinein. Daß das aber nicht so sein muß, ergibt sich z.B. durch die Änderung einer Zahl aus obigem Beispiel. Die kleinste Zeitdifferenz zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen sei nicht drei, sondern sechs. Der zu bestimmende Zeitabschnitt beginnt zwar wie oben bei $10 - 10 = 0$, endet aber bei $15 - 6 = 9$, also vor Beginn des Prognosezeitraums. Die zweite Frage läßt sich also nicht eindeutig beantworten. Es gilt folgende Feststellung:

Der Zeitabschnitt, aus dem Umsätze genommen werden müssen, die im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können, kann ganz in der Vergangenheit liegen. Er kann aber auch in den Prognosezeitraum hineinreichen. Das gilt in dem obigen Beispiel dann, wenn der Zeitpunkt, an dem die Prognose gestellt wird, der Zeitpunkt 10 ist. Dann liegen die Zeitpunkte 9 und 0 in der Vergangenheit. Es ist aber auch denkbar, daß die Prognose ein oder mehrere Zeiteinheiten vor Beginn des Prognosezeitraums gestellt wird. Dann würde im abgeänderten obigen Beispiel, wenn der Prognosezeitpunkt etwa 7 wäre, der Zeitabschnitt, aus dem die Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können, nicht ganz in der Vergangenheit liegen, da die Vergangenheit bis zum Zeitpunkt 7 (Prognosezeitpunkt)

reichen würde, der fragliche Zeitabschnitt aber bis zum Zeitpunkt 9. Hierbei wird vorausgesetzt, daß der Prognosezeitpunkt in der Gegenwart liegt.

Das würde bedeuten, daß Ausgangsinformationen - in unserem Falle Umsätze - noch gar nicht alle vorliegen. Das hat dann zur Folge, daß Umsätze für den Teilzeitraum vom Prognosezeitpunkt bis zum Ende des Zeitraums der für die Prognose heranzuziehenden Umsätze vorhergesagt werden müssen. Diese Umsatzerwartungen führen selbstverständlich zu einem Verlust an Genauigkeit für die Vorhersage der Zahlungseingangserwartungen. Diese Ungenauigkeit wird tendenziell natürlich umso größer, je größer im Verhältnis zum gesamten Zeitabschnitt der Vorhersagezeitraum für die Umsätze wird.

Hieraus lassen sich folgende Folgerungen und Ratschläge treffen:

1. Der Prognosezeitpunkt ist möglichst nahe an den Prognosezeitraum zu legen!
2. Die Länge des Prognosezeitraums ist so zu wählen, daß der Prognosezeitraum für die dann benötigten Umsatzerwartungen im Verhältnis zum Zeitraum aller benötigten Umsätze nicht zu groß wird!

Zur Vollständigkeit der Ausgangsinformationen muß noch eine weitere Feststellung getroffen werden:

Es gibt einen Zeitabschnitt, dessen Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen. Die Ausgangsinformationen sind aber nur dann vollständig, wenn alle Umsätze dieses Zeitabschnittes vorliegen. Es müssen auch die Umsätze dieses Zeitabschnittes herangezogen werden, deren Zahlungseingänge bereits bekannt sind, also vor dem Prognosezeitpunkt liegen. Es wäre falsch, Umsätze, die bereits vor dem Prognosezeitpunkt zum Zahlungseingang geführt haben, aus dem "Topf" der Umsätze herauszunehmen, wenn sie im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen hätten

führen können. Dann würde die Wahrscheinlichkeitsverteilung, die die Streuung der Zahlungseingangstermine wiedergibt, nicht mehr funktionieren. Die Länge des Prognosezeitraums sollte nur ein Bruchteil von der Länge des Zeitraums sein, dessen Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen. Es leuchtet ein, daß dann die Häufigkeitsverteilung für die Zahlungseingänge (Zeitraum von Umsatz bis zu dessen Zahlungseingang) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit des Eintreffens behaftet ist. Darüber hinaus sollte sich der Zeitabschnitt, dessen Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen, möglichst wenig mit dem Prognosezeitraum überlappen. Die sonst vermehrt zu prognostizierenden Umsätze führen zur Abnahme der Genauigkeit, mit der die Zahlungseingänge vorhergesagt werden.

Die genaue Auswahl und zeitliche Abgrenzung der Umsätze und welche Umsätze davon prognostiziert werden müssen, sollen im folgenden exakt gewonnen werden. Dabei wird das Modell von Langen (Langen =Prognose 293 ff=) herangezogen.

Langen geht davon aus, daß die Umsätze eines Tages in einem bestimmten Zeitabschnitt zu Zahlungseingängen werden. An den Tagen dieses Zeitabschnittes führen Bruchteile der Umsatzsumme zu Zahlungseingängen. Die Koeffizienten für diese Bruchteile ergeben in ihrer zeitlichen Reihenfolge die Komponenten eines Spektralvektors. Die Komponenten des Spektralvektors ordnen in ihrer Reihenfolge den Terminen des Zahlungseingangs Anteile der früheren Umsätze zu. Die $n + 1$ Komponenten geben Bruchteile des Umsatzes des Tages t an, die an den Tagen t , $t + 1$, $t + 2$, ..., $t + n$ in bar eingehen, d.h. die Summe der Komponenten des Spektralvektors muß 1 sein, wenn weder Forderungen ausfallen, noch Skonto gewährt wird.

Langen geht weiter davon aus, daß dieser Spektralvektor auf die Umsatzsummen aller Tage angewandt werden kann.

In einer Matrix werden daher die Umsätze, die zu Zahlungseingängen führen können, angeordnet. Diese Umsatzmatrix wird mit dem Spektralvektor multipliziert. Das Ergebnis ist ein Vektor mit den zu prognostizierenden Einnahmen. Damit wählt Langen ein funktional determiniertes Modell.

Langen kommt zu folgendem Modell von quantitativen Beziehungen zwischen Tagesumsätzen und Zahlungseingängen:

.

$$\begin{aligned} \bar{U}_{i-n, t+m} \cdot \bar{s} &= \begin{pmatrix} u(t) & u(t-1) & \dots & u(t-n) \\ u(t+1) & u(t) & \dots & u(t-n+1) \\ \dots & & & \\ u(t+m) & u(t+m-1) & \dots & u(t+m-n) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_n \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} e(t) \\ e(t+1) \\ \dots \\ e(t+m) \end{pmatrix} = \bar{e}_{t, t+m} \quad \text{mit} \quad \sum_{i=0}^n s_i = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{und } e(t) &= s_0 u(t) + s_1 u(t-1) + s_2 u(t-2) + \dots + s_n u(t-n) \\ \text{usw.} \end{aligned}$$

Es bedeuten:

$\bar{U}_{i-n, t+m}$: dynamische Umsatzmatrix mit dem ältesten Umsatz (Termin $t-n$) bis zum jüngsten Umsatz (Termin $t+m$). $t-n$ ergibt sich aus der Komponentenanzahl des Spektralvektors $\bar{s}$, aus der Annahme, daß die Umsätze sich erst nach n Perioden vollständig in Geldeinnahmen umsetzen.

$\bar{s}$: Spektralvektor aus $n+1$ Komponenten

$u(t)$: Umsatz des Termins t

s_i : i -te Komponente des Spektralvektors $\bar{s}$; sie stellt den relativen Anteil der Umsätze dar, die jeweils nach i Perioden in bar eingehen.

$e(t)$: Geldeingänge des Termins t

$\bar{e}_{t, t+m}$: dynamischer Vektor dieser Geldeingänge während der Termine t bis $t+m$.

Folgende Aussagen lassen sich machen:

1. In diesem Modell stellen die Termine $t+i$ ($i = -n$ bis $+m$) Perioden dar. Die Zeitdauer einer Periode geht von Termin $t+i$ bis $t+i+1$. Die Periodenlänge kann ein Tag, eine Woche, ein Monat oder eine andere Zeitspanne sein. Der Termin t ist der Beginn der ersten Planperiode, die letzte Planperiode endet mit Ablauf der in $t+m$ beginnenden Periode.
2. Der Termin t ist der heutige Tag, wenn die erste Planperiode am heutigen Tag beginnt, d.h. der Umsatz $u(t)$ muß errechnet werden. Die Umsätze der vorhergehenden Perioden sind dann bekannt. Die Umsätze bis $u(t+m)$ müssen ebenfalls errechnet oder geschätzt werden.
3. Liegt der Zeitpunkt t (Beginn der Periode t) in der Zukunft, z.B. Beginn der Planungszeit am 1. des nächsten Monats in 12 Tage ab heute, so müssen die Umsätze für $u(t-12)$ bis $u(t+m)$ errechnet oder geschätzt werden.
4. Ist m größer als n - Anzahl der Planperioden größer als Anzahl der Komponenten im Spektralvektor -, dann werden die Umsätze von weniger Perioden zur Bestimmung der Geldeingänge der einzelnen Planperioden herangezogen als es Planperioden gibt. Ist n größer als m , werden umgekehrt nicht alle Komponenten des Spektralvektors zur Bestimmung der Geldeingänge der Planperioden herangezogen.
5. Fallen Umsatz und Geldeingang auf einen Tag (auf eine Umsatzperiode), so hat der Spektralvektor nur eine Komponente mit dem Wert 1. Das Modell zur Bestimmung der Geldeingänge würde auf die Hochrechnung der Umsätze der Planperioden zusammenschrumpfen.
6. Vergehen nach der jeweiligen Umsatzperiode (z.B. Tag oder Woche) eine Anzahl von Perioden (z.B. Tage oder Wochen) bis zum ersten Geldeingang aus der jeweiligen Periode, so sind entsprechend viele Anfangskomponenten

des Spektralvektors Null. Das bedeutet, daß ebensoviele Umsätze (wie Nullen) weniger zu ermitteln sind.

7. Hat der Spektralvektor wenig Komponenten (n), und ist die Anzahl der Planperioden dagegen groß (m), und beginnt die Planzeit nach n Perioden, so sind zur Bestimmung der Geldeingänge nur Umsätze aus zukünftigen Perioden heranzuziehen ($u(1)$ bis $u(1+m-n)$).

Zur Veranschaulichung dienen folgende zwei Abbildungen (Abb. 6 und 7).

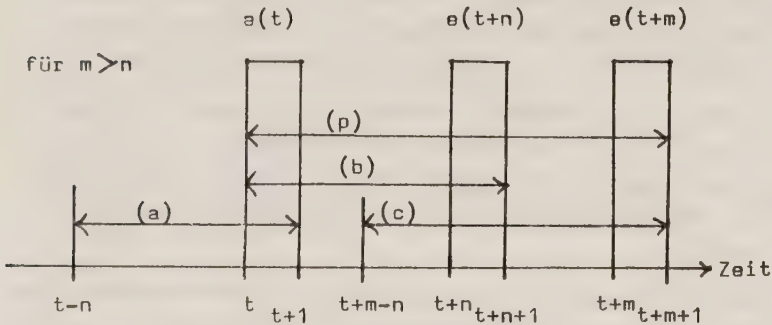


Abb. 6

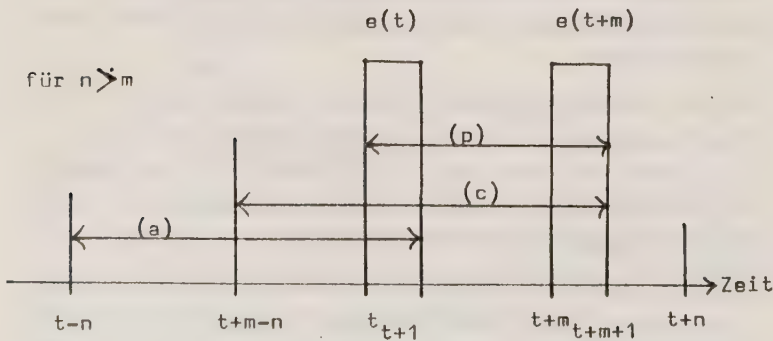


Abb. 7

Es bedeuten:

- t : Termin des Beginns der ersten Vorhersageperiode.
Ist 0 der momentane Termin, dann ist $t \geq 0$ ganzzahlig und gibt an, nach wievielen Perioden (Tage, Wochen usw.) die erste Vorhersageperiode beginnen soll.
- $t+m$: Beginn der letzten Vorhersageperiode
- $m+1$: Anzahl der Vorhersageperioden
- $n+1$: Anzahl der Perioden, in denen ein Umsatz zum Geldeingang führen kann
- $e(t)$: Geldeingangserwartung für Termin t .

Die Strecken (a), (b) und (c) stellen die Reichweite des Spektralvektors dar, und zwar

- (a) für $e(t)$ von $u(t-n)$ bis $u(t)$
- (b) für $e(t+n)$ von $u(t)$ bis $u(t+n)$
(für $n > m$ wird $e(t+n)$ nicht mehr benötigt,
also auch nicht (b))
- (c) für $e(t+m)$ von $u(t+m-n)$ bis $u(t+m)$.

Die Strecke (p) stellt die Prognosezeit dar.

Ist $t \neq 0$, also $t > 0$, und ist $t-n > 0$, dann können keine Vergangenheitsumsätze herangezogen werden; alle zur Bestimmung der Geldeingangserwartung benötigte Umsätze müssen dann errechnet werden.

Zu beachten ist weiterhin, daß einige Komponenten im Spektralvektor Null sein können:

$$s_i = 0 \text{ für } i = 0 \text{ bis } 1 \text{ mit } 0 \leq i < n.$$

Dann würden für

$e(t)$ die Umsätze von $t-n$ bis $t-1-1$ und für
 $e(t+m)$ die Umsätze von $t+m-n$ bis $t+m-1-1$ benötigt.

Aus folgender Entscheidungstabelle (Abb. 8) kann abgelesen werden, welche Umsätze von wann bis wann aus Vergan-

genheitszahlen herangezogen werden können, und welche Umsätze für wann bis wann generiert werden müssen.

Regel	1	2	3	4	5	6	7
<u>Wenn</u> (Bedingung)							
$m \geq n$	-	-	J	J	N	N	N
$s_i = 0$ (i=0 bis 1)	N	N	J	J	J	J	J
$t - n > 0$	N	J	N	J	N	N	J
$t + m - 1 - 1 > 0$	-	-	-	-	J	N	-
<u>Dann</u> (Tätigkeit)							
u(t-n) bis u(-1) aus Vergangenheitsdaten	X		X		X		
u(0) bis u(t+m) erzeugen	X						
u(0) bis u(t+m-1-1) erzeugen			X				
u(t-n) bis u(t+m) erzeugen		X					
u(t-n) bis u(t+m-1-1) erzeugen				X			X
u(t-n) bis u(t+m-1-1) aus Vergangenheitsdaten						X	

Abb. 8: Entscheidungstabelle zur zeitlichen Abgrenzung der benötigten Umsätze

Entscheidungstabellen gestatten es, alle vorkommenden Variationen zu überprüfen. Bei vier Bedingungen gibt es $2^4 = 16$ Variationen bzw. Regeln. In obiger Entscheidungstabelle sind in Regel 1 und 2 jeweils vier Variationen zusammengefaßt, da zwei Bedingungen frei sind. In den Regeln 3, 4 und 7 stecken jeweils zwei Variationen, so daß sich so die Vollständigkeit mit 16 Variationen ergibt.

Um das Lesen der Entscheidungstabelle zu erklären, sei die Regel 5 verbal beschrieben:

Wenn m nicht größer oder gleich n ist, $l + 1$ Komponenten des Spektralvektors null sind, der Termin $t - n$ vor dem heutigen Termin - Prognosezeitpunkt - liegt und der Termin $t + m - l - 1$ in der Zukunft liegt, dann werden die Umsätze der Perioden mit den Terminen $t - n$ bis $- 1$ aus den Vergangenheitsdaten gewonnen und die Umsätze der Perioden mit den Terminen 0 bis $t + m - l - 1$ müssen ermittelt werden.

Erklärung der Termine:

- $t - n$: Beginn der ältesten Periode, deren Umsätze in der Prognosezeit zu Geldeingängen führen können.
- $t + m - l - 1$: Beginn der spätesten zukünftigen Periode, deren Umsätze in der Prognosezeit zu Zahlungseingängen führen können.

Mit dieser Entscheidungstabelle sind die zu Beginn des Kapitels II gestellten Fragen eindeutig beantwortet.

Die oben gewonnenen Aussagen gelten nicht nur für Umsatzsummen pro Periode, sondern für jeden einzelnen Umsatz.

Durch die letzte Feststellung hebt sich diese Arbeit von der von Langen ab. Langen bildet Umsatzsummen pro Periode und läßt diese über ein Liquiditätsspektrum zu Zahlungseingängen werden. Hier hingegen soll aus jedem einzelnen Umsatz ein Zahlungseingang simuliert werden.

III. Inhalt und Aufbau der Ausgangsinformationen

Der Inhalt der Ausgangsinformationen kann erst dann genau angegeben werden, wenn die Anforderungen des Modells im einzelnen festgelegt wurden. Es kann aber hier schon vorweggenommen werden, daß die Anforderungen je nach Lage der Dinge zwischen Maximal- und Mindestanforderungen pen-

deln. Unter "Lage der Dinge" sind die Gegebenheiten der industriellen Unternehmung zu verstehen, deren Zahlungseingangserwartungen zu ermitteln sind.

Die eine Unternehmung kennt z.B. nur eine Zahlungsbedingung, in der nächsten Unternehmung sind es vier. Die unterschiedlichen Erzeugnisse können für den Zahlungseingang eine wesentliche Bedeutung haben oder auch nicht. Dasselbe gilt für Kundengruppen, Inlandsabsatz und Ausfuhr und bei Unterschieden in der Höhe des Umsatzes.

Da aber vor der Anwendung eines Modells - wie das im nächsten Kapitel geschehen soll - nach Abhängigkeiten gesucht wird, sind zunächst einmal Maximalforderungen an den Inhalt der Informationseinheiten zu stellen.

In der folgenden Aufstellung (Abb. 9) sind die geforderten Informationen den Daten gegenübergestellt, aus denen die Informationen herausgeholt werden können. Selbstverständlich kann bei Doppelnennung der Informationen eventuell auf bestimmte Daten verzichtet werden. Wenn z.B. aus der Artikelnummer die Zahlungsbedingungen abzulesen sind, wird eine Verschlüsselung der Zahlungsbedingungen nicht benötigt.

An dieser Stelle soll noch einmal die Definition über den Aufbau von Informationen erfolgen, so wie diese heute in der Datenverarbeitung verstanden wird (vgl. Kap. E I.):

Eine Informationseinheit - auch Satz genannt - ist die Zusammenfassung von mehreren Datenfeldern bzw. Informationen unter einem oder mehreren Ordnungsbegriffen. Für jeden Umsatz wird eine solche Informationseinheit benötigt, die sich laut folgender Tabelle aus einigen Datenfeldern zusammensetzt. Die Datenfelder können Ordnungsbegriffe, Mengen- oder Rechengrößen und Erläuterungen bzw. Steuerinformationen enthalten. Das Umsatzdatum kann je nach Betrachtungsweise Ordnungsbegriff sein, wenn danach eine Periodeneinteilung vorgenommen wird. Das Datum des Umsatzes ist aber in Verbindung mit dem Datum des Zah-

lungseingangs eine Rechengröße. Ähnliche Betrachtungen lassen sich für die übrigen Inhalte der Datenfelder anstellen.

Inhalt der Datenfelder	Daraus benötigte Informationen
Umsatzdatum	Umsatzdatum, Periodeneinteilung, Saison
Umsatzhöhe	Höhe der Geldeingangserwartung, Umsatzgruppen
Kundennummer	Zahlungsbedingungen, Inland - Ausland, Branche
Artikelnummer	Zahlungsbedingungen, Artikelgruppen
Schlüssel für Zahlungsbedingungen	Zahlungsbedingungen
Schlüssel für Inland - Ausland	Inland - Ausland

Abb. 9

Diese Aufzählung (Abb. 9) erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Informationseinheiten sind zunächst mit dem Datum des Zahlungseingangs zu gewinnen, um die im nächsten Kapitel gestellten Fragen beantworten zu können. Sie sind auch später nach dem Funktionieren eines Modells im nachhinein mit diesem Datum zu versehen, um eine laufende Überprüfung und Verbesserung des Modells vornehmen zu können.

IV. Beschaffung der Ausgangsinformationen

Zur Lösung des in dieser Arbeit anstehenden Problems wurde bisher von zwei stillschweigend hingenommenen Voraussetzungen ausgegangen:

1. Die Anzahl der Umsätze und damit der Zahlungseingang in den Vorhersageperioden ist so groß, daß sich die Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit genügender Genauigkeit bilden lassen.
2. Die Möglichkeit des Einsatzes einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage zur Lösung des Problems ist gegeben.

Die Ergebnisse der Anwendung des gesuchten Simulationsmodells auf unterschiedliche Fälle muß zeigen, ob es eintausend oder zehntausend Umsätze sein müssen, um die erste Voraussetzung zu erfüllen.

Dagegen ergeben sich eventuell aus der zweiten Voraussetzung Probleme, die vor Anwendung des Modells gelöst sein müssen:

Die Datenerfassung - Aufbereitung der Daten zur maschinellen Verarbeitung - muß so geschaffen sein oder eingerichtet werden, daß diese die notwendigen Informationen liefert.

Es ist notwendig, daß rechtzeitig eine Fülle von Daten gesammelt werden:

1. Lückenlose und systematische Erfassung aller Umsätze.
2. Lückenlose und systematische Erfassung aller Zahlungseingänge.
3. Verbindung der Umsätze mit den entsprechenden Zahlungseingängen.
4. Zeitlich richtige Erfassung.
5. Retouren und Zahlungsausfälle müssen zu Korrekturen führen.

6. Anzahlungen und Teilzahlungen erfassen.

7. Entsprechende Schlüssel für Kunden, Produkte, Zahlungsbedingungen usw. einrichten.

Es kann notwendig sein, daß zusätzliche Schlüssel vergeben und erfaßt werden müssen, wenn die bisherigen Umsätze und Zahlungseingänge nicht genügend klassifiziert wurden. Eventuell sind auch in der Kundengruppierung usw. andere Gliederungen als bisher in Vertrieb und Statistik üblich angebracht.

Es ist hier nicht die richtige Stelle, sich über die technischen Möglichkeiten der Datenerfassung etwa mit Lochkarten oder im Dialogbetrieb über Bildschirm Gedanken zu machen: Das ist eine organisatorische Frage der Stelle im Betrieb, die für die Einrichtung der Datenverarbeitung zuständig ist. Selbstverständlich dabei ist, daß die erforderlichen Daten

1. fehlerfrei erfaßt werden,
2. keine Doppelerfassung geschieht,
3. der Verwaltungsaufwand gering ist,
4. die Daten schnell - tagesgenau - erfaßt werden,
5. genau abgegrenzt und
6. einheitliche Dimensionen benutzt werden.

Mit der lückenlosen und richtigen Zurverfügungstellung der Umsatzdaten aus der Vergangenheit bis zur Gegenwart ist das erforderliche Informationsbedürfnis noch nicht befriedigt: Die laut Entscheidungstabelle in Kap. F II. fehlenden Umsätze der Zukunft müssen noch generiert werden. Welche Faktoren sind für Höhe und zeitliche Verteilung der Umsätze bestimmend?

Zwei grundsätzliche Verfahren sind möglich, um den Umsatz vorherzusagen:

1. Die Vorhersage erfolgt durch mathematische Methoden mit Hilfe von Daten aus der Vergangenheit (stochastische Verfahren). Die Struktur dieser Daten ist unterschiedlich:

- a) Der Durchschnittsumsatz zeigt langfristig trotz zufälliger Umsatzschwankungen eine gleichmäßige Auf- oder Abwärtsentwicklung. Man spricht dann von einem linearen oder nichtlinearen trendförmigen Umsatz.
- b) Von einem saisonal schwankenden Umsatz spricht man, wenn trotz Zufallsschwankungen zu periodisch wiederkehrenden Zeitpunkten oder Zeitabschnitten Spitzen- bzw. Minimalumsätze auftreten.
- c) Bei einem gleichbleibenden Umsatz lassen zufällige Schwankungen keine Gesetzmäßigkeiten erkennen.

Entsprechend der unterschiedlichen Struktur dieser Daten gibt es auch unterschiedliche mathematische Verfahren zur Vorhersage. Die bekanntesten sind:

- Mittelwertbildung
- Regressionsanalyse
- Exponentielle Glättung.

2. Ein programmgesteuerter Umsatz liegt vor, wenn ein Absatzplan und/oder Kundenaufträge vorhanden und damit Höhe und Termine der Umsätze bekannt sind (deterministische Verfahren).

In dieser Arbeit erfolgt die Vorhersage von Umsätzen durch die Regressionsanalyse und saisonale Faktoren. Dieses kombinierte Verfahren ist selbstverständlich auswechselbar. Es wird in einem vor dem eigentlichen Simulationsprogramm laufenden Programm eingebaut (SIMU2). Der Rechengang wird in der dortigen Programmbeschreibung aufgezeigt.

Die Regressionsanalyse bestimmt die Gleichung einer Geraden, die beobachtete Daten - hier die Monatsumsätze - am besten annähert. Der Nachteil einer Regressionsanalyse etwa gegenüber einer exponentiellen Glättung, daß viele Daten zu speichern sind, trifft hier nicht zu, da diese Daten - Umsätze der letzten zwölf Monate - im gleichen Programm für die Häufigkeitsverteilung vorhanden

sind. Die Regressionsgerade gibt den Umsatztrend wieder. Momentane Umsatzschwankungen werden gedämpft. Durch die Überlagerung der Geraden mit saisonalen Faktoren wird aus der Geraden eine Kurve, die dem jährlichen Saisonverlauf folgt.

V. Untersuchung von Zusammenhängen und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen

Die Arbeit geht von der Erfahrungstatsache aus, daß zwischen Umsatz und Zahlungseingang Abhängigkeiten bestehen. Diese Abhängigkeiten sind derart komplex, daß versucht wird, sie mit Hilfe der Simulationstechnik nachzuvollziehen. Wie im Abschnitt D II. beschrieben, können Simulationstechniken immer dann eingesetzt werden, wenn die numerischen Definitionen der einzelnen Faktoren - hier der Abhängigkeiten - unzulänglich sind, und die Einsicht in ihre Verknüpfungsformen nur sehr unvollkommen ist.

Es wurde versucht, solche Abhängigkeiten zu erkennen. Es standen Umsatzzahlen eines Großbetriebs der Chemiefaserindustrie mit den entsprechenden Terminen und weiteren Angaben zur Verfügung. Diese Daten stammten aus einem Zeitraum von vier Jahren. Es wurden Computer-Programme in der Programmsprache FORTRAN entwickelt. So konnte mit Hilfe eines Computers versucht werden, aus den Umsatzzahlen und ihren Zahlungseingängen Abhängigkeiten abzuleiten. Da diese Daten sorgfältig zusammengestellt wurden, lückenlos waren und einen langen Zeitraum abdeckten, kann davon ausgegangen werden, daß das verwendete Material generell repräsentativ ist.

Folgende Überlegungen wurden bei dieser Untersuchung zugrundegelegt:

Wenn zwischen den Umsatzterminen und den Zahlungseingangsterminen Abhängigkeiten und Zusammenhänge bestehen, so muß sich das bei einer Gruppe von einer genügenden Anzahl von Umsätzen in der Häufigkeitsverteilung des Zahlungseingangs

dieser Umsätze zeigen. Diese Häufigkeitsverteilung läßt sich graphisch darstellen und hat als Kurve eine charakteristische Form (siehe folgende Abbildung (Abb. 10) und Kap. D III.).

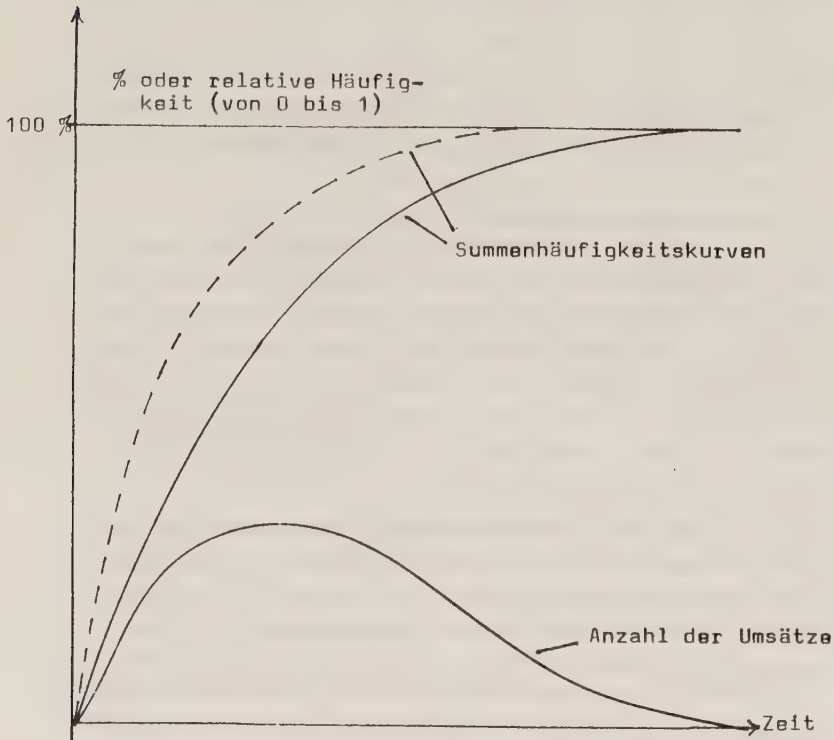


Abb. 10

Die Anzahl der Umsätze wird pro Zeiteinheit (Periode) in Prozent umgerechnet auf die Ordinate abgetragen. Die Summen der Prozentsätze ergeben die zweite Kurve: die Summenhäufigkeitskurve. Anhand der zweiten Kurve läßt sich sehr schnell ablesen, wann 30 % oder 60 % oder auch annähernd 100 % der Umsätze zum Zahlungseingang geführt haben. Je steiler die Summenhäufigkeitskurve - eine gestrichelte

steilere Kurve ist eingezeichnet -, umso schneller erfolgt der Zahlungseingang. Und hier setzt die Untersuchung an:

1. Gehorcht der Zahlungseingang einer erkennbaren Häufigkeitsverteilung in der oben gezeigten Form?
2. Bildet man Gruppierungen von Umsätzen, ergeben sich dann unterschiedliche Häufigkeitsverteilungen in den einzelnen Gruppierungen? Oder mit anderen Worten: Ist der Zahlungseingang von unterschiedlichen Zahlungsbedingungen, von der Höhe des Umsatzes, von der Kundenart, von der Saison, von wirtschaftspolitischen Maßnahmen und anderen Einflüssen abhängig?

Die erste Frage ist klar mit JA zu beantworten. Aus den Untersuchungen ergaben sich klare Häufigkeitsverteilungen in der gezeigten Form.

Die Umsätze mit den Zahlungseingängen der vier Jahre wurden - jedes Jahr für sich - zusammengefaßt und ausgewertet. Es ergaben sich dabei auch Abweichungen der Jahre untereinander. Da die Zusammenfassung von einzelnen Jahren eine Gruppierung darstellt, wird hiermit schon auf die zweite Frage eingegangen. In Abbildung 12 sind die Zahlungseingänge von zwei einzelnen Jahren als Häufigkeitsverteilung und als Summenhäufigkeitsverteilung in Prozent von der Gesamtanzahl der Umsätze in der Zeit dargestellt.

Die Tabelle Abb. 11 zur Abbildung 12 und zu den beiden
übrigen Jahren lautet:

Jahr	1973		1974		1975		1976	
Periode	%	$\sum$ %	%	$\sum$ %	%	$\sum$ %	%	$\sum$ %
1	18,2	18,2	16,7	16,7	15,5	15,5	23,8	23,8
2	33,8	52,0	34,5	51,2	38,9	54,4	35,5	59,3
3	13,8	65,8	13,0	64,2	15,2	69,6	11,0	70,3
4	7,8	73,6	11,0	75,2	10,4	80,0	9,6	79,9
5	5,3	78,9	7,8	83,0	6,5	86,5	6,1	86,0
6	5,0	83,9	5,5	88,5	3,7	90,2	2,9	88,9
7	4,2	88,1	2,8	91,3	2,4	92,6	1,6	90,5
8	2,9	91,0	2,1	93,4	1,4	94,0	1,5	92,0
9	3,1	94,1	1,8	95,2	1,2	95,2	1,2	93,2
10	2,2	96,3	1,7	96,9	1,0	96,2	1,1	94,3
11	1,2	97,5	1,1	98,0	1,1	97,3	0,9	95,2
12	0,5	98,0	0,7	98,7	0,8	98,1	0,5	95,7
13	0,3	98,3	0,3	99,0	0,9	99,0	0,2	95,9
14	0,3	98,6	0,2	99,2	0,4	99,4	0,2	96,1
15	0,2	98,8	0,2	99,4	0,2	99,6	0,1	96,2
Rest	1,2	100,0	0,6	100,0	0,4	100,0	3,8	100,0
	100,0		100,0		100,0		100,0	

Abb. 11

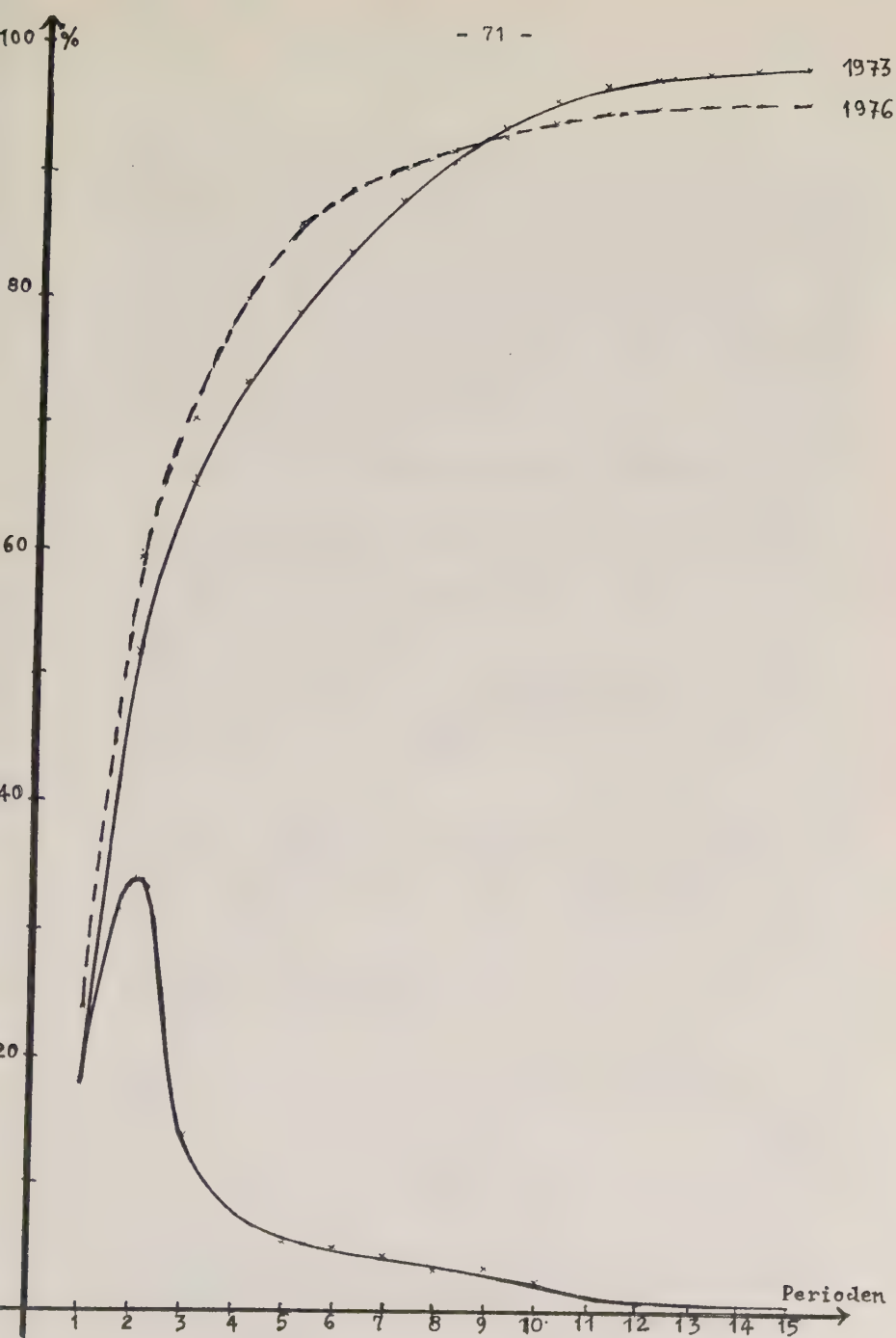


Abb. 12.

Wie sich aus der Tabelle der vier Jahre ergibt, trat die sichtbare Verschiebung der Summenhäufigkeitskurve der Zahlungseingänge in den zwei letzten der erfaßten Jahre ein. Zunächst entwickelte sich der Zahlungseingang positiver, das heißt, im letzten Jahr waren nach fünf Perioden schon 86 % der Umsätze zu Geld geworden, drei Jahre vorher erst 79 %. Leider blieben die Zahlungseingänge in ihrer Summe im letzten Jahr gegenüber den der drei vorhergehenden Jahre nach etwa acht Perioden zurück.

Für diese unterschiedlichen Abweichungen gibt es nachweisliche Erklärungen:

1. Im Jahre 1973 wurden noch Preise erzielt, die es zuließen, großzügig mit Valuten und Zahlungszielen im Inland umzugehen. (Valuta erteilen heißt, der Abnehmer wird so behandelt, als ob die Rechnung zu einem späteren Zeitpunkt ausgestellt worden wäre.) Durch das bis zum Jahre 1976 verschlechterte Inlandsgeschäft wurden Valuten abgebaut und der Zahlungseingang erfolgte früher.
2. Durch das schlechte Inlandsgeschäft trat eine Verlagerung auf den Export ein. Es wurden neue Abnehmerländer hinzugewonnen. Bei diesen Geschäften mußten lange Zahlungsziele gewährt werden. Daraus folgten das Zurückbleiben des Zahlungseingangs nach acht Perioden für das Jahr 1976 und auch das Anwachsen der Außenstände nach 15 Perioden von immerhin noch 3,8 %.

Es zeigte sich, daß durch die Gruppierung von Umsätzen in der Verteilung der Zahlungseingänge sich Unterschiede ergeben.

Zur Beantwortung der zweiten Frage wurden noch weitere Untersuchungen angestellt: Einmal wurde untersucht, ob die Umsatzhöhe einen Einfluß auf den Zahlungseingang hat. Weiterhin wurde der Einfluß von Zahlungsbedingungen auf den Zahlungseingang untersucht.

Das oben erwähnte Zahlenmaterial wurde zunächst pro Jahr in 20 Umsatzstufen - z.B. von 0 bis 10000 DM, 10001 bis 20000 DM usw. - unterteilt. Dabei zeigte es sich, daß die gewählte Umsatzabstufung zu fein gewählt war, da die Anzahl der in die einzelnen Stufen fallenden Umsätze zu gering wurde. Daraus ließen sich verlässliche Schlüsse nicht mehr ziehen. Schließlich wurden vier Stufen und eine Restgruppe - größer als - gewählt.

Das Ergebnis zeigte eindeutige Zusammenhänge zwischen der Verteilung der Zahlungseingänge nach Umsatzhöhen.

Vereinfacht dargestellt ergaben sich für alle vier Jahre die im folgenden Bild (Abb. 13) dargestellten Verteilungen der Geldeingänge:

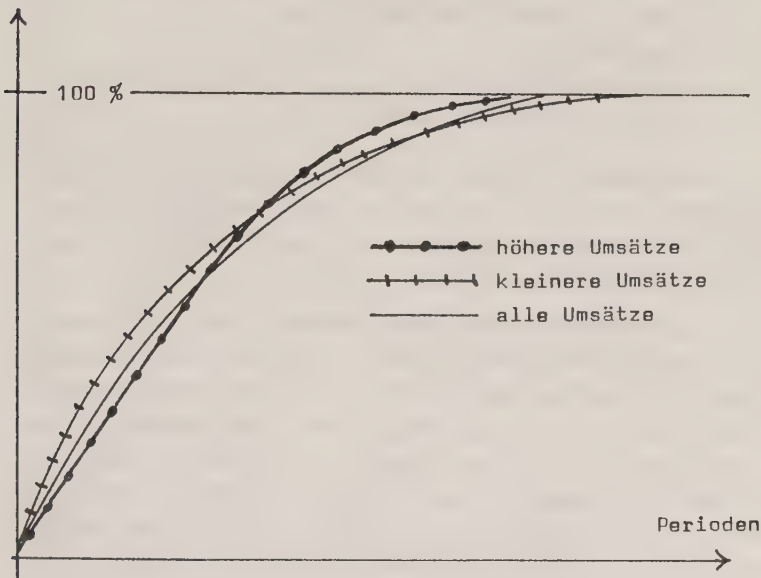


Abb. 13

Die Erklärung liegt darin, daß großen Kunden mit hohen Umsätzen eher Valuta gewährt wird. Darum ist in den ersten Perioden ein Rückstand des Zahlungseingangs der

großen Umsätze gegenüber den kleineren Umsätzen festzustellen. In den folgenden Perioden überholen die Zahlungseingänge der größeren Umsätze diejenigen der kleineren Umsätze. Das ist auf die Zahlungsbedingungen für bestimmte Artikelgruppen, die den größten Teil der höheren Umsätze stellen, zurückzuführen.

Eine weitere Untersuchung betraf die Zahlungsbedingungen. Es wurden dieselben Zahlen in der Gruppierung nach Zahlungsbedingungen herangezogen und wieder getrennt für die vier genannten Jahre ausgewertet.

Es existieren fünf Zahlungsbedingungen:

1. 10 Tage 4 % Skonto, 30 Tage 2 %, 60 Tage netto.
2. 10 Tage 2 % Skonto, 30 Tage netto.
3. 14 Tage netto.
4. 10 Tage 3,5 % Skonto, 30 Tage 2 %, 60 Tage netto.
5. 10 Tage 1 %, 30 Tage netto.

Die Zahlungsbedingungen sind an bestimmte Artikelgruppen gebunden, und da in den zur Verfügung stehenden Daten die Artikelnummer vorhanden war, war diese Auswertung ohne Zusatzaufwand möglich.

Die Ergebnisse der fünf Jahre deckten sich. Gut besetzt war nur die Zahlungsbedingung 1. Die Zahlungsbedingungen 2 und 3 lieferten noch soviel Daten, daß sich daraus eine gewisse Tendenz abzeichnete. Die Zahlungsbedingungen 4 und 5 waren zu schwach besetzt - zusammen unter 100 -, so daß sich daraus keine fundierten Ergebnisse abzeichneten. Das nachfolgende Bild (Abb. 14) gibt Auskunft über den Verlauf der Summenhäufigkeitskurven der Zahlungsbedingungen 1, 2 und 3.

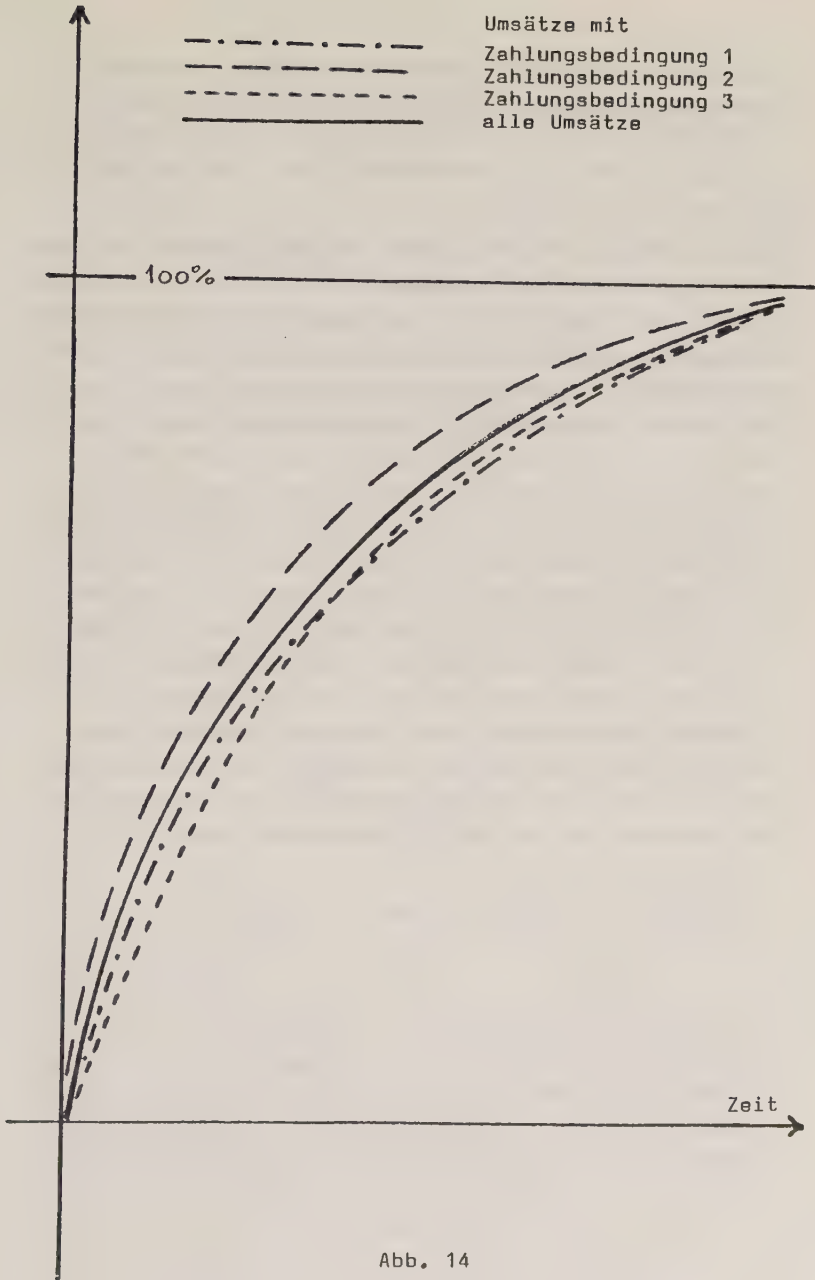


Abb. 14

Da aber der Anteil der Zahlungsbedingung 1 an allen Umsätzen von 72 % über 76 % und 78 % inzwischen bei 80 % liegt, nähert sich die Summenhäufigkeitsverteilung der Zahlungseingänge mit Zahlungsbedingung 1 derjenigen aller Zahlungseingänge.

In diesem Kapitel konnte also dargelegt werden, daß zwischen den Umsatz- und Zahlungseingangsterminen Beziehungen bestehen, die sich in gleichgerichteten Häufigkeitsverteilungen bei unterschiedlichen Gruppierungen zeigen. Die Häufigkeitsverteilungen der Zahlungseingänge erweisen sich im vorliegenden Fall als sehr konstant. Nur längerfristig ergeben sich kleine Verschiebungen. Man spricht hier von statistischer Regelmäßigkeit oder Stabilität der relativen Häufigkeit (Kreyszig =Methoden 59=). Diese ist natürlich nur gewährleistet, solange für das Eintreffen der untersuchten Ereignisse keine geänderten Bedingungen eintreten. Das wären im vorliegenden Falle z.B. geänderte oder neue Zahlungsbedingungen, Konjunktüreinflüsse, neue Produkte usw. Unter etwa gleichbleibenden Bedingungen wird von einer stabilen Wahrscheinlichkeit der Zahlungseingänge ausgegangen werden können, da die Wahrscheinlichkeit das theoretische Gegenstück der empirischen relativen Häufigkeit ist.

VI. Auswahl und Bestimmung der Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen

Das folgende Beispiel sei an den Anfang der weiteren Überlegungen gestellt, um zu zeigen, daß die Umsätze im Hinblick auf ihren Zahlungseingang zu gruppieren sind, z.B. nach Umsatzhöhe.

Es seien 2000 Umsätze auf ihren Zahlungseingang hin untersucht worden. Dabei habe sich die in der folgenden Tabelle (Abb. 15) aufgezeichnete Aufgliederung ergeben:

Fall	Anzahl Umsätze	Umsatz in DM	relative Häufigkeit der Zahlungseingänge in Periode	
			1	2
1 {	1000	10	0,5	0,5
	1000	100	0,1	0,9
2	2000	10 bzw. 100	0,3	0,7

Abb. 15

Die Umsatzhöhe führt zu unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen. Im Fall 2 wird auf die Umsatzhöhe keine Rücksicht genommen.

Werden nun aufgrund der festgestellten Häufigkeitsverteilung die Zahlungseingangserwartungen für 2000 Umsätze ermittelt, so wird dafür etwa ein Würfel mit zehn Flächen (Zahlen 1 bis 10) genommen. Die nachfolgende Tabelle (Abb. 16) soll über die Zuordnung der gewürfelten Zahl zur Periode des Zahlungseingangs Auskunft geben:

Fall	gewürfelte Zahl	Zahlungseingangserwartung in Periode
1	1.1 { 1 - 5	1
		2
	1.2 { 1 2 - 10	1
		2
2	{ 1 - 3 4 - 10	1
		2

Abb. 16

Bei gleichverteilten Zufallszahlen - hier mit dem zehnfächigen Würfel erzeugt - und 2000 Umsätzen kämen wir zu folgenden Zahlungseingangserwartungen:

Fall 1

Periode 1: $500 \times 10 \text{ DM} + 100 \times 100 \text{ DM} = 15000 \text{ DM}$

Periode 2: $500 \times 10 \text{ DM} + 900 \times 100 \text{ DM} = 95000 \text{ DM}$

Fall 2

Periode 1: $300 \times 10 \text{ DM} + 300 \times 100 \text{ DM} = 33000 \text{ DM}$

Periode 2: $700 \times 10 \text{ DM} + 700 \times 100 \text{ DM} = 77000 \text{ DM}$

Im Fall 1 wurde die Höhe der Umsätze berücksichtigt. Sowohl für Umsätze von DM 10 als auch von DM 100 liegen Häufigkeitsverteilungen vor (siehe Tabelle in Abb. 15).

Im Fall 2 dagegen wurde ohne Rücksicht auf die Umsatzhöhe eine Häufigkeitsverteilung zugrunde gelegt. Diese stimmt zwar mit den Häufigkeitsverteilungen von Fall 1 überein, wenn nur die Anzahl der Umsätze herangezogen wird:

$$\frac{0,5 + 0,1}{2} = 0,3 \quad \text{bzw.} \quad \frac{0,5 + 0,9}{2} = 0,7.$$

Diese Durchschnittsbildung für Periode 1 bzw. 2 kann so durchgeführt werden, da die Wichtung mit jeweils 1000 Umsätzen gleich ist. Die Verteilung im Fall 2 erfolgt wie oben angegeben: 30 % der Zahlungseingänge der 10 DM- und der 100 DM-Umsätze fallen nach Periode 1 und jeweils 70 % nach Periode 2.

Das Ergebnis des zweiten Falls ist selbstverständlich falsch, da hier nur die Anzahl der Zahlungseingänge richtig ist.

Das Ergebnis dieser Überlegungen läßt sich so formulieren:

Für erkennbare Abhängigkeiten zwischen Umsatz- und Zahlungseingangsterminen und entsprechenden Gruppierungsmöglichkeiten müssen unterschiedliche Häufigkeitsverteilungen je Gruppierung herangezogen werden.

Die nun folgende Überlegung soll zeigen, daß dieser Weg nicht oder nur bedingt gangbar ist.

Hierzu soll der Ereignisbaum (Abb. 2) aus Kapitel D III. herangezogen werden. Die Umsätze wurden dort aufgeteilt nach Umsatzstufen, innerhalb der Umsatzstufen nach Zahlungsbedingungen, und diese wiederum in die beiden Gruppen Inland und Ausland. Dadurch ergibt sich eine Aufteilung in 24 Gruppen von Umsätzen. Die relativen Häufigkeiten einzelner Gruppen erreichen nur noch 0,003 oder 0,014 oder 0,006. Das bedeutet, daß 0,3 % bzw. 1,4 % bzw. 0,6 % der Umsätze in einzelne Gruppen fallen. Es kommen also trotz einer eventuellen großen Anzahl von Umsätzen Gruppen von Umsätzen vor, die nur schwach besetzt sind, also keine genügende Anzahl von Umsätzen für eine Häufigkeitsverteilung bieten. Das Gesetz der großen Zahl ist nicht mehr wirksam.

Das heißt im einzelnen für eine Gruppe, daß aus der Verteilung von zehn oder auch dreißig Umsätzen hinsichtlich ihres Zahlungseingangs auf fünf oder zehn Perioden später nicht auf die Zahlungseingangserwartungen für dann

fünfzehn oder auch 45 Umsätze geschlossen werden kann. Die Verteilung der Umsätze auf einzelne schwachbesetzte Gruppen wird von der Verteilung abweichen, mit deren Hilfe die Häufigkeitsverteilungen ermittelt wurden.

Zur Lösung dieses Problems wird jeder Umsatz in ein Vielfaches eines Grundumsatzes (Einheitsumsatz) zerlegt. Jeder Grund- bzw. Einheitsumsatz wird dann für sich betrachtet. Als Höhe eines Einheitsumsatzes wird ein Betrag gewählt, der an der Grenze der üblichen Umsätze des industriellen Unternehmens liegt, also etwa DM 10,-- oder DM 100,--. Die beim Teilen übrigbleibenden Beträge werden nach kaufmännischen Regeln auf- bzw. abgerundet. Es ist dann leicht einzusehen, daß damit bei der Verarbeitung von "Einheitsumsätzen" die Einflüsse aus Umsatzhöhe auf die Zahlungseingangserwartungen verloren gehen, denn über die Zerlegung der Umsätze erhält man über die Anzahl der Einheitsumsätze eine entsprechende Wichtung.

Die sich hieran anschließende Frage lautet, ob die Einflüsse anderer Abhängigkeiten dadurch auch entsprechend gewichtet sind? Die Antwort darauf lautet selbstverständlich zunächst nein. Die Einteilung in Kundengruppen oder in andere Gruppierungen mit unterschiedlichem Verhalten im Zahlungseingang läßt sich durch die Aufteilung in Grundumsätze nicht lösen. Mehrere Gründe sprechen aber dafür, daß damit - mit der Zerlegung in Grundumsätze - eine Aufteilung in Gruppen mit unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen hinsichtlich des Zahlungseingangs nicht erforderlich ist:

1. Es kommt vor, daß bestimmte Gruppierungen z.B. nach Kunden oder Artikel auch dazu führen, daß gleichlaufend mit dieser Einteilung die Gruppierung nach Umsatzhöhe läuft. D.h. in eine bestimmte Gruppe der Umsätze nach Kunden oder Artikel fallen auch die hohen Umsätze, da etwa bestimmte Artikel zu hohen Umsätzen führen und umgekehrt.

2. Das "Gesetz der großen Zahl" kommt durch die Vervielfachung der Umsätze in Grundumsätze besser zum Zuge, so daß vor allen Dingen dann, wenn die Häufigkeitsverteilungen der Zahlungseingänge für unterschiedliche Gruppierungen nicht stark voneinander abweichen, auf eine Gruppierung ganz oder teilweise verzichtet werden kann.
3. Auf eine Gruppierung kann sicher immer dann verzichtet werden, wenn sich an der Aufteilung der Umsätze auf die Gruppierungen nichts Wesentliches ändert. Oder anders ausgedrückt: Bei einer Umschichtung der Kundengruppen oder der Artikel oder bei der Einführung neuer Zahlungsbedingungen wird eine auf der alten Einteilung beruhende Häufigkeitsverteilung zu falschen Ergebnissen führen.

Aus allen diesen Gründen läßt sich folgender Schluß ziehen:

Sind keine wesentlichen Änderungen an der Aufteilung der Umsätze in Gruppen - welcher Art auch immer - festzustellen, kann auf eine Gruppierung verzichtet werden. Daß das aber auch so ist, muß durch ständige Beobachtungen - Auswertungen von statistischem Material - sichergestellt werden.

VII. Komponenten und Einrichtungen des Simulationsmodells

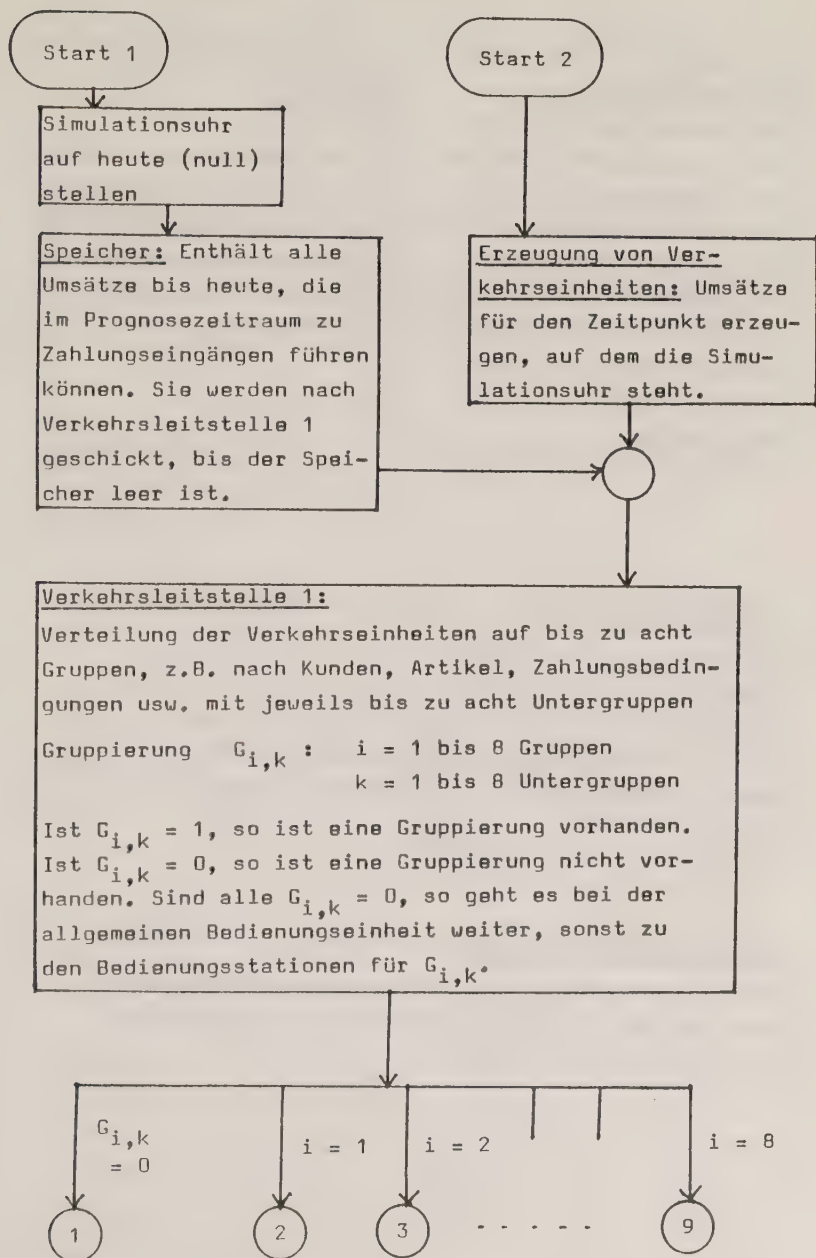
Die in Kapitel D II. beschriebenen Komponenten und Einrichtungen eines Simulationsmodells werden hier mit entsprechenden Elementen und Erläuterungen des in dieser Arbeit anstehenden Problems in Verbindung (Gegenüberstellung) gebracht.

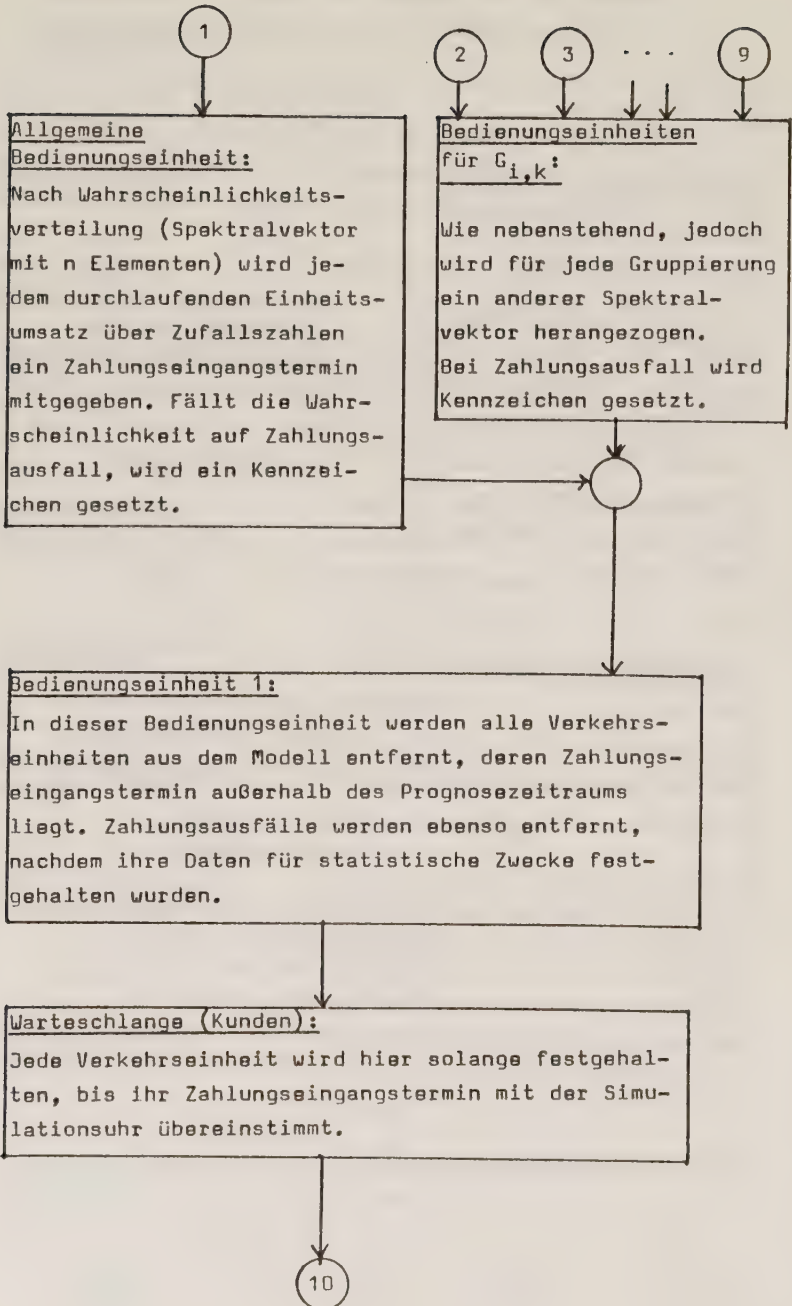
Verkehrseinheit
(transaction)

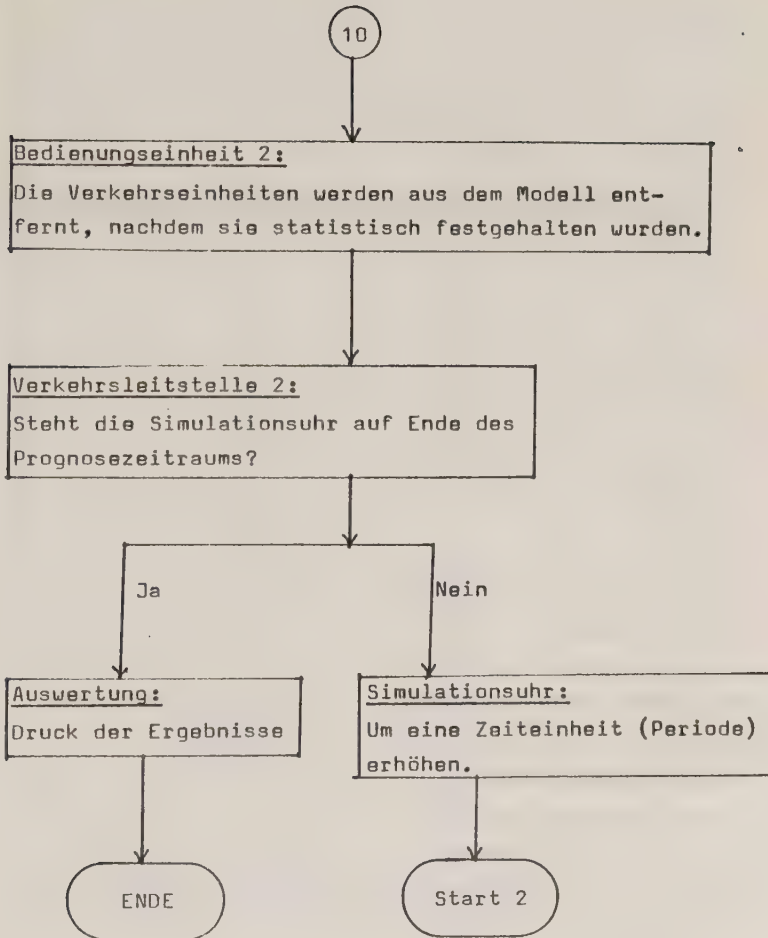
Umsatz (Rechnung)
Merkmale: Umsatzdatum (Tages-,
Wochennummer, Dekade) Umsatz-
betrag (DM), Anzahl Einheitsum-
sätze, Kundengruppe, Artikel-
gruppe, Zahlungsbedingung

Bedienungseinheit (facility)	}	Kunden
Speicher (storage)		
Warteschlange (queue)		Rechnungen vor Bedienung beim Kunden (Regulierung)
Verkehrswege (channel)		Zwischen den einzelnen Stationen
Verkehrsleitstellen (gates)		Bei Gruppierung etwa nach Kunden oder Artikel werden hier Ver- kehrseinheiten zu bestimmten Be- dienungseinheiten umgeleitet
Erzeugung von Verkehrseinheiten (source)		Umsätze sind z.T. vorhanden, weitere werden zu diskreten Zei- ten erzeugt
Zeit- und Ereignis- mechanismus		Die Simulationsuhr läuft ab heu- te bis zum Ende des Prognose- zeitraums
Bewegung von Verkehrseinheiten		Die Bewegungen erfolgen nach der Erzeugung von Umsätzen und wenn Zahlungstermine erreicht werden
Simulation von Zustandsänderungen		Diese erfolgen gemäß Wahrschein- lichkeitsverteilung(en) für die Ermittlung von Zahlungseingangs- terminen
Vernichtung von Verkehrseinheiten		Die Vernichtung erfolgt, wenn der Zahlungseingangstermin er- reicht ist
Auswertung und Statistik		Zahlungseingangserwartungen nach Perioden.

VIII. Darstellung des Modells in einem Blockdiagramm unter Berücksichtigung des dynamischen Charakters







Erläuterungen zum Blockdiagramm:

Zum Zeitpunkt Null (heute) wird eine Verkehrseinheit (Umsatz) nach der anderen zur Verkehrsleitstelle 1 gebracht. Von hier wird die entsprechende Bedienungseinheit ausgewählt. In diesen Bedienungseinheiten wird nach den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen Gruppierungen der Zahlungseingangstermin ermittelt.

In der folgenden Bedienungseinheit 1 werden überflüssige Verkehrseinheiten ausgesondert. Die für den Prognosezeitraum aussagenden Umsätze gehen in eine Warteschlange. Sind alle Verkehrseinheiten aus dem Anfangsspeicher mit Ausnahme der ausgesonderten hier gelandet, werden diejenigen mit dem Zahlungseingangstermin heute zur nächsten Bedienungseinheit 2 geführt, dort statistisch festgehalten und aus dem Modell entfernt. Anschließend wird die Simulationsuhr um eine Zeiteinheit (Periode) weitergestellt. Dann wird das Modell ab Start 2 durchlaufen.

Es werden zunächst für den Zeitabschnitt, um den die Simulationsuhr weitergegangen ist, Umsätze (Verkehrseinheiten) generiert. Die generierten Umsätze durchlaufen, wie oben gezeigt, das Modell. Aus der Warteschlange werden dann alle Umsätze entfernt, deren Zahlungseingangstermin mit der Simulationsuhr übereinstimmt.

Diese Vorgänge werden solange wiederholt, bis die Simulationsuhr das Ende des Prognosezeitraums erreicht hat. Die zwischenzeitlich gesammelten Daten werden dann als Ergebnis ausgedruckt. Dieses Ergebnis gibt an, mit welchen Zahlungseingängen pro Periode im Prognosezeitraum zu rechnen ist.

Zur Verdeutlichung dieser Zusammenhänge soll die Arbeitsweise des Modells anhand der Abbildung 17 betrachtet werden.

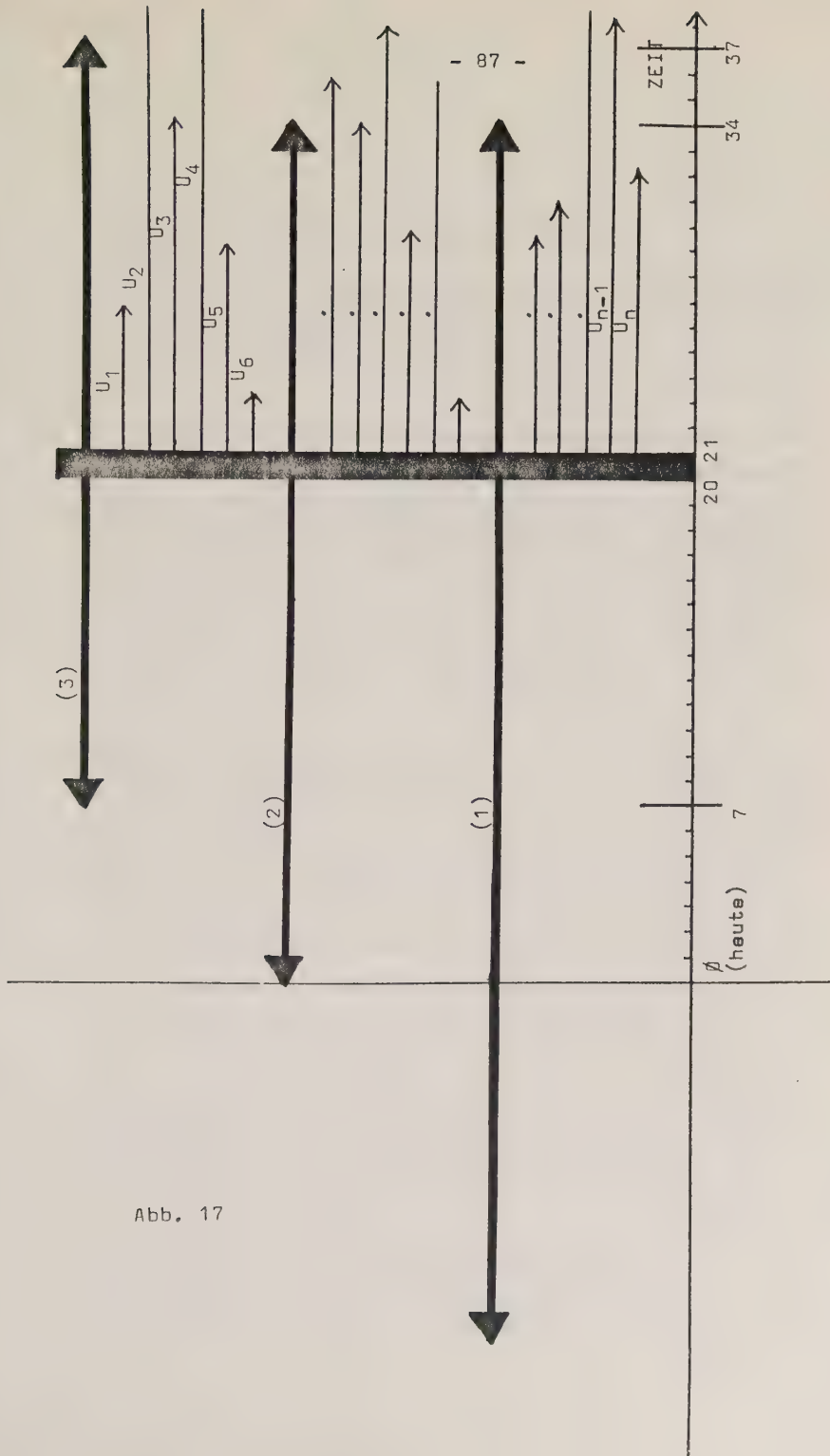


Abb. 17

Es bedeuten:

Strecke (1): Zeitraum, in dem Umsätze im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können.

Strecke (2): Zeitraum, für den Umsätze generiert werden müssen, sofern sie im Prognosezeitraum noch zu Zahlungseingängen führen können.

Strecke (3): Prognosezeitraum.

Auf der Zeitachse sind ab 0 (heute, Prognosezeitpunkt) die Einheiten der Simulationsuhr eingetragen.

Betrachten wir nun den Zeitpunkt im Modell, an dem die Simulationsuhr von 20 auf 21 gestellt wird.

1. Es werden Verkehrseinheiten (Umsätze $U_1, U_2, \dots U_n$) erzeugt.
2. In der Verkehrsleitstelle 1 werden diese Verkehrseinheiten auf die Bedienungseinheiten für die Gruppierungen verteilt.
3. In diesen Bedienungseinheiten werden den Verkehrseinheiten Endtermine (Zahlungseingangstermine) mitgegeben.
4. In der nächsten Bedienungseinheit 1 werden von diesen Verkehrseinheiten diejenigen entfernt, deren Zahlungseingangstermin später als das Ende des Prognosezeitraums liegt. (In der Darstellung größer als 37.)
5. Die Verkehrseinheiten werden nun in eine Warteschlange eingereiht. In der Warteschlange werden alle darin befindlichen Verkehrseinheiten auf ihren Endtermin hin untersucht. Alle Verkehrseinheiten mit Endtermin 21 werden in die nächste Bedienungseinheit 2 weitergeleitet.
6. In dieser Bedienungseinheit 2 werden die hier angelangten Verkehrseinheiten nach statistischer Erfassung vernichtet.
7. Da das Ende des Prognosezeitraums noch nicht erreicht ist, wird die Simulationsuhr auf 22 gestellt, und über Start 2 wird das Modell ab 1. wie oben wieder durchlaufen.

G. Programmierung

I. Aufbau und Datenflußplan

Zur praktischen Anwendung des im vorigen Kapitel (F VIII.) beschriebenen Simulationsmodells muß nun ein Programm für eine elektronische Datenverarbeitungsanlage geschrieben werden.

Das eigentliche Programm, das das Modell wiedergibt, ist zur Durchführung eines Simulationslaufes aber nicht ausreichend. Es müssen einmal die Eingabedaten zusammengeführt und aufbereitet werden, und es müssen die Häufigkeitsverteilungen, mit deren Hilfe die Zahlungseingangstermine simuliert werden sollen, ermittelt werden. Dafür wurden zusätzlich zwei Programme SIMU 1 und SIMU 2 erstellt.

In den nun folgenden Programmbeschreibungen werden die Aufgaben der Programme erläutert.

Das dritte Programm SIMU 3, das das eigentliche Modell beinhaltet, wurde so aufgebaut, daß nicht immer ein Zeitabschnitt der Simulationsuhr abgearbeitet wird, sondern daß Umsatz für Umsatz vom Entstehen bis zum eventuellen Zahlungseingang verfolgt wird. Damit wird eine Vereinfachung des Programms für diesen speziellen Fall der Simulation erreicht. Durch diesen Ablauf konnte die Generierung der fehlenden Umsätze in ein Vorprogramm SIMU 2 verlagert werden.

Wie bereits früher erwähnt, wurde als Programmsprache FORTRAN gewählt. FORTRAN ist eine maschinenunabhängige Programmiersprache und ist, wenn nicht herstellereigene Zusätze benutzt werden, weitgehend kompatibel.

Einen Überblick über den Datenfluß vermittelt der Datenflußplan (Abb. 18) auf der nächsten Seite.

DATENFLUSSPLAN FÜR

PROGRAMM SIMU 1, SIMU 2 UND SIMU 3

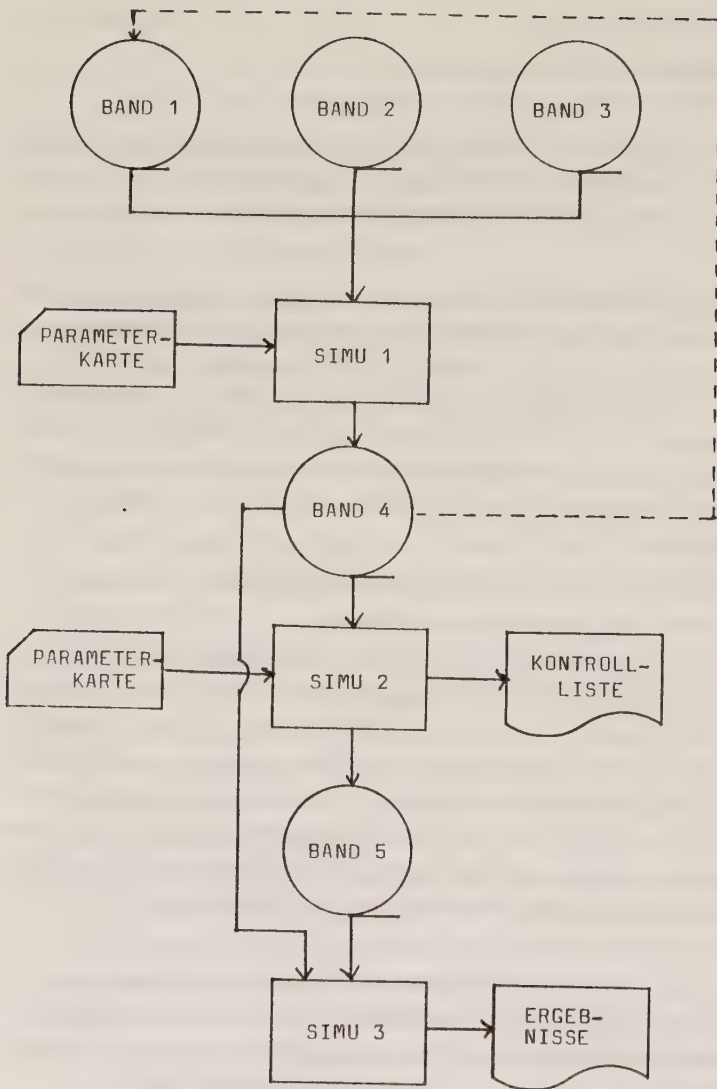


Abb. 18

II. Programmbeschreibungen

Programm SIMU 1

1. Eingabe

a) Parameterkarte mit

- freiwählbarem Datum, z.B. von heute oder Datum der Durchführung der Prognose,
- Höhe des Einheitsumsatzes; er kann für jede Prognose neu festgelegt werden,
- drei Kennzeichen für das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von drei oder weniger Eingabedateien,
- Datum, ab dem Umsätze für die Prognose - auch zur Ermittlung von Häufigkeitsverteilungen - herangezogen werden sollen.

b) Eingabedateien

- Ausgabe aus letzter Prognose; kann immer, aber vor allen Dingen beim ersten Male fehlen,
- seit letzter Prognose erledigte offene Posten,
- alle offenen Posten.

Als Eingabemedium sind Magnetbänder vorgesehen. Es wäre selbstverständlich jedes andere Speichermedium denkbar. Die Eingabedateien müssen vor Ablauf des Programms nach der Rechnungsnummer sortiert werden.

2. Verarbeitung

- Alle Daten, die ein älteres Umsatzdatum tragen als in der Parameterkarte angegeben, werden ausgesondert.
- Pro Rechnungsnummer wird ein Ausgabesatz aufgebaut einschließlich der im folgenden errechneten und gebildeten Daten.

- Die Umsatz- und Zahlungseingangstermine, wenn vorhanden, werden in laufende Tagesnummern, Wochennummern und Dekadennummern umgerechnet, und es werden deren Differenzen gebildet. Mit diesen Nummern läßt sich später besser arbeiten.
- Die Anzahl der Einheitsumsätze werden pro Rechnungsnummer errechnet.

3. Ausgabe

Es wird, wie unter Verarbeitung beschrieben, eine Ausgabedatei erstellt, die gleichzeitig die Eingabe für die nachfolgenden Programme SIMU 2 und SIMU 3 darstellt. Diese Datei ist auch wieder die Eingabe in das erste Programm SIMU 1 bei der Erstellung der nächsten Prognose. Die Ausgabe erfolgt auf Magnetband.

Programm SIMU 2

1. Eingabe

a) Parameterkarten mit

- freiwählbarem Datum,
- Datum, bis zu dem Umsätze vorhanden sind,
- Periodenlänge (Tag, Woche, Dekade, Monat),
- Datum des Beginns des Prognosezeitraums,
- Datum des Endes des Prognosezeitraums,
- zwei Daten für Beginn und Ende eines Zeitraums, dessen Umsätze für die Häufigkeitsverteilung heranzuziehen sind; fehlen diese Daten, so werden alle vorhandenen Umsätze herangezogen; entsprechendes gilt, wenn nur eines der beiden Daten vorhanden ist,
- Anzahl der Monate, in denen Umsätze für die Regressionsanalyse - siehe Programmbeschreibung - zur

Verfügung stehen (gilt nur für weniger als zwölf Monate),

- Kennzeichen für weitere Gruppierung der Umsätze.

b) Eingabedatei

Ausgabedatei aus Vorprogramm SIMU 1 (Magnetband).

2. Verarbeitung

- a) Die Daten aus der Parameterkarte werden unter Berücksichtigung der Periodenlänge in laufende Periodennummern umgerechnet.
- b) Aus allen Umsatzdaten mit Zahlungseingangstermin und einem Umsatztermin aus dem Zeitraum, der in der Parameterkarte angegeben wird, wird eine Häufigkeitsverteilung aufgestellt. Die Summen der Einheitsumsätze pro Zahlungseingang - Differenz zwischen Zahlungseingangstermin und Umsatztermin - werden nach Perioden ermittelt. Die Periodenlänge ergibt sich aus dem Parameter in der Parameterkarte. Gleichzeitig wird die Summe der Einheitsumsätze gebildet. Vom Anfang an her werden dann soviel Perioden für die Häufigkeitsverteilung herangezogen, bis die Summe dieser einzelnen Periodensummen 99,5 % der Gesamtsumme entspricht. Dieser Prozentsatz läßt sich variieren, um etwa eine zu hohe Periodenzahl - Anzahl der Elemente des aus der Häufigkeitsverteilung resultierenden Spektralvektors - zu vermeiden. Die Anzahl der so ermittelten Perioden gibt an, in welcher Zeitspanne ein Umsatz zum Zahlungseingang führen kann. Zusätzlich wird ein weiterer Periodenplatz dazu benutzt, um hier die Summe der Einheitsumsätze zu bilden, die für Zahlungsausfälle wie Minderung des Rechnungsbetrages, Skonti, Nachlässe, Provisionen usw. stehen. Diese Zahlungsausfälle lassen sich mit Hilfe von zusätzlichen Statistiken erheben und können variabel an dieser Stelle des Programms eingebaut werden. Im vorliegenden Programm wurden an dieser Stelle fünf Prozent einge-

baut, da in dem industriellen Betrieb (vgl. Kap. F V.), dessen Daten für diese Arbeit zur Verfügung standen, fünf Prozent für Zahlungsausfälle vom fakturierten Umsatz ermittelt wurden. Diese Häufigkeitsverteilung muß - soweit verlangt - für jede Gruppierung vorgenommen werden.

Durch die Möglichkeit der Angabe eines Zeitraums in der Parameterkarte, aus dem die Daten für die Häufigkeitsverteilung heranzuziehen sind, läßt sich ein repräsentativer Zeitabschnitt bestimmen.

Die Häufigkeitsverteilung wird ebenso wie die Summenhäufigkeitsverteilung in Form einer Kurve ausgedruckt.

- c) Von dem Tag an, für den keine Umsätze mehr vorhanden sind und maximal bis zum Ende des Prognosezeitraums, werden Umsätze generiert (siehe Entscheidungstabelle Kap. F II.). Es werden in diesem Programm zwei Verfahren der Vorhersage miteinander kombiniert: Die lineare Regressionsanalyse und das Verfahren mit saisonalen Faktoren.

Das Vorgehen ist wie folgt beschrieben:

Für die letzten zwölf Monate werden pro Monat die Summen der Anzahl der Einheitsumsätze gebildet und nach y_i ($i = 1$ bis 12) gespeichert. Die Koeffizienten a und b der Regressionsgeraden $y = a + b \cdot x$ errechnen sich dann mit

$$a = \frac{\sum y_i \cdot \sum i^2 - \sum i \cdot y_i \cdot \sum i}{12 \cdot \sum i^2 - (\sum i)^2}$$
$$b = \frac{12 \cdot \sum i \cdot y_i - \sum i \cdot \sum y_i}{12 \cdot \sum i^2 - (\sum i)^2}$$

(Barrodale =Anwendung 133 ff=).

Da die x_i ($i = 1$ bis 12) den Monaten 1 bis 12 entsprechen, wurden in den Gleichungen die $x_i = i$ gesetzt.

Für jeden Monat werden Abweichungsfaktoren (saisonale Faktoren) f_i gebildet

$$f_i = \frac{y_i}{a + b \cdot i}$$

Pro Monat bis zum Monat m (Ende des Prognosezeitraums) werden gebildet

$$y_i = f_{i-12} \cdot (a + b \cdot i) \quad i = 13 \text{ bis } m.$$

Für jeden Tag bis zum Ende des Prognosezeitraums wird nun ein Umsatz generiert, wobei sich die Anzahl der Einheitsumsätze aus

$$y_i / 30$$

ergeben. y_i ist jeweils die Anzahl der Einheitsumsätze des Monats, in dem der Tag für den generierten Umsatz liegt. Sollten die Umsatzdaten noch nicht für volle zwölf Monate vorhanden sein, so kann über die Parameterkarte die Anzahl der Monate angegeben werden. Solange diese Anzahl kleiner als zwölf ist, gilt

$$f_i = 1 \quad \text{für } i = 1 \text{ bis } 12.$$

Die so erzeugten Umsätze werden zur Kontrolle ausgedruckt.

3. Ausgabe

Es wird ein Protokoll gedruckt mit

- graphischer Darstellung der Häufigkeitsverteilung,
- den Ergebnissen der Regressionsanalyse und
- allen generierten Umsätzen.

Auf einem Magnetband werden die Häufigkeitsverteilung, verschiedene Daten aus den Parameterkarten und die generierten Umsätze ausgegeben.

Dieses Magnetband dient ebenso wie die Eingabedatei auf Magnetband als Eingabe für das Programm SIMU 3.

Programm SIMU 3

1. Eingabe

a) Siehe Ausgabe aus Programm SIMU 2.

b) Siehe Ausgabe aus Programm SIMU 1.

Beide Dateien befinden sich je auf einem Magnetband.

2. Verarbeitung

Hier wird auf das Kapitel F VIII. verwiesen, da das Programm SIMU 3 das eigentliche Simulationsmodell wiedergibt. Zusätzlich sei auf den Anfang des Kapitels G I. verwiesen.

3. Ausgabe

Über den Drucker erfolgt eine Ausgabe mit den simulierten Zahlungseingängen für den angegebenen Prognosezeitraum unterteilt in die gewünschten Perioden.

III. Aufbau und Erklärung der Ein- und Ausgabedaten

Am Schluß dieses Kapitels sind die Parameterkarten und die Magnetbanddatensätze - wie in der Datenverarbeitung üblich - dargestellt. Die Abkürzungen der dort und zusätzlich im Programm vorkommenden Daten werden in folgender Tabelle erklärt:

Abkürzung	Bedeutung
A und B	Koeffizienten der Regressionsgleichung
ANZ	Anzahl der Einheitsumsätze
AT, AM, AJ	von diesem Datum ab werden Umsatzdaten für die Häufigkeitsverteilung herangezogen

Abkürzung	Bedeutung
BT, BM, BJ (B-Datum)	bis zu diesem Datum sind Umsatzdaten vorhanden
DNR	laufende Nummer der Dekade, in der der Umsatz erfolgte
DNRZ	laufende Nummer der Dekade, in der der Zahlungseingang erfolgte
DT, DW, DD, DM	Differenz in Tagen (bzw. Wochen, Dekaden, Monate) zwischen Umsatz- und Zahlungseingangstermin
EUMS, WEUMS, PEUMS	Höhe des Einheitsumsatzes
ET, EM, EJ	bis zu diesem Datum werden die Umsatzdaten für die Häufigkeitsverteilung herangezogen
F(I)	Tabelle für Saisonfaktoren
KNR	Kundennummer
KZ1, KZ2, KZ3	Steuerzeichen für Magnetbandeingabe in Programm SIMU 1
NANZ	in Parameterkarte: Anzahl der Monate für die Häufigkeitsverteilung. In SA 334: Anzahl der durch die Häufigkeitsverteilung belegten Perioden
NAUS	Anzahl Einheitsumsätze der Zahlungsausfälle
NH(I)	Tabelle der absoluten Häufigkeitsverteilung
NH1(I)	Tabelle der Häufigkeitsverteilung in Promille
NHS(I)	Tabelle der Summenhäufigkeitsverteilung in Promille

Abkürzung	Bedeutung
NVOR(I)	Tabelle der Zahlungseingangserwartungen nach Perioden
NY(I)	Tabelle der akkumulierten Monatsumsätze
NRPP, NRPB, NRPV, NRPS	laufende Nummer der Periode gesteuert durch PL, in der P-, B-, V- oder S-Datum liegt
PL	Kennzeichen für Periodenlänge (1 = Tage, 2 = Wochen, 3 = Dekaden, 4 = Monate)
PT, PM, PJ (P-Datum)	frei wählbares Datum
RNR	Rechnungsnummer
RT, RM, RJ	Umsatzdatum
SA	Satzart
ST, SM, SJ (S-Datum)	Datum des Endes des Prognosezeitraums
TNR	Tagesnummer des Umsatzdatums
TNRZ	Tagesnummer des Zahlungseingangs
UMS	Umsatz in DM
UT, UM, UJ	von diesem Datum ab sollen Umsätze herangezogen werden
VT, VM, VJ (V-Datum)	Datum des Beginns des Prognosezeitraums
WNR	Wochennummer des Umsatzes
WNRZ	Wochennummer des Zahlungseingangs
ZT, ZM, ZJ	Datum des Zahlungseingangs

H. Ergebnisse

I. Einleitende Betrachtungen zu den Ergebnissen

Prognosen sollen im Unternehmen dazu dienen, den Ablauf des Geschehens besser und sicherer in den Griff zu bekommen. Prognosen sind also für das Unternehmen Instrumente der Steuerung. Die Prognose darf aber nicht nur eine mehr oder weniger komplizierte und aufwendige Hochrechnung der Vergangenheit sein. Es muß möglich sein, den Daten aus der Prognose entsprechende Ist-Daten gegenüberzustellen. Das aber erfordert, daß bei der Entwicklung des Modells darauf geachtet wird, daß im nachhinein den Prognosedaten entsprechende Ist-Daten zugeordnet werden können. Damit kann dann die Gültigkeit des Modells untersucht werden. Ebenso kann hieran der Wahrscheinlichkeitsgehalt der Ergebnisse gemessen werden. Damit gelingt es, die Prognosedaten zu kontrollieren, und das Modell kann eventuell solange verbessert werden, bis die Ergebnisse eine genügende Genauigkeit aufweisen.

Für die in dieser Arbeit gestellte Aufgabe und ihre Lösung läßt sich daraus folgende Vorgehensweise für eine Überprüfung und eine Darstellung der Ergebnisse ableiten:

1. Anhand der Vergangenheitsentwicklung des Zahlungseingangs eines industriellen Unternehmens sowie der Berücksichtigung wahrscheinlicher Einflüsse in der Zukunft wurde ein Modell erstellt. Dieses Modell soll statistisch abgesicherte Aussagen über die zukünftigen Zahlungseingangserwartungen machen.
2. Durch eine statistische Überprüfung des Modells soll nun versucht werden, Theorie und Wirklichkeit in Übereinstimmung zu bringen, damit dann über die Zahlungseingangserwartungen konkrete Angaben gemacht werden können.
3. Das theoretisch aufgebaute Modell kann dann einmal dazu benutzt werden, bereits erfolgte Zahlungseingänge

zu simulieren und die so simulierten Zahlungseingangserwartungen mit den bereits erfolgten Zahlungseingängen zu vergleichen. Das zeigt dann zumindest - wenn die Zahlungseingangserwartungen mit den bereits erfolgten Zahlungseingängen übereinstimmen -, ob das Modell in der Vergangenheit richtig gearbeitet hätte.

4. Ein anderer Weg der Überprüfung, der übrigens immer beibehalten werden sollte, besteht darin, die simulierten Zahlungseingangserwartungen im nachhinein mit den dann wirklich eingetretenen Zahlungseingängen zu vergleichen.
5. Es wird notwendig sein, Abweichungen zwischen Prognose und Wirklichkeit eingehend zu analysieren. Daraus lassen sich Impulse zur Verbesserung des Modells ableiten. Aber nicht nur die Prognosewerte bedürfen einer Kontrolle. Selbstverständlich sind auch die Istwerte kritisch zu betrachten. Die Gründe für Abweichungen können Mengen- bzw. Preisabweichungen und Zeitabweichungen sein. Mengen- bzw. Preisabweichungen finden ihre Ursache in der Umsatzprognose, die in dieser Arbeit nicht Hauptuntersuchungsobjekt ist. Da aber die Zahlungseingangserwartungen aufgrund von Umsätzen zu bestimmen sind, sind Zeitabweichungen von größter Bedeutung. Diese können darin bestehen, daß Zahlungseingänge unerwartet früh erfolgen und später fehlen bzw. unerwartet spät erfolgen und in einem früheren Zeitraum fehlen. Solche Ursachen erschweren die Kontrolle, da Zeitabweichungen eventuell als solche gar nicht erkannt werden. Vielmehr werden diese Abweichungen dem Modell zugeschrieben, das die Wirklichkeit angeblich nicht richtig wiedergibt. Neben der ungenauen oder falschen Wiedergabe der Zusammenhänge des Modells und/oder der Vernachlässigung von wesentlichen Beziehungen können Abweichungen auch dadurch entstehen, daß falsche Daten verarbeitet werden. Die Informationsgewinnung und -verarbeitung müssen untersucht

werden, ob hier eventuell die Ursachen für Abweichungen liegen.

6. Eine Verfeinerung des vorliegenden Prognosesystems zur Vermeidung von Abweichungen bzw. um gute, brauchbare Prognosedaten zu erhalten, kann einen Aufwand erfordern, der dem erzielten Ergebnis nicht gerecht wird. Eine Verfeinerung wäre durch Erstellung von Alternativprognosen, durch Aufteilung der Prognoseintervalle, durch Detaillierung einzelner Positionen und schließlich durch andere Prognosetechniken denkbar.
7. Es kann sich herausstellen, daß die Nachahmung der Zahlungseingangserwartungen durch ein Modell keine befriedigenden Ergebnisse bringt. Dann muß das Modell auf mögliche falsche Elemente und Zusammenhänge untersucht werden. Bringt auch das keine Übereinstimmung zwischen Modell und Wirklichkeit, so muß daraus geschlossen werden, daß die dieser Arbeit zugrunde liegende Annahme über Zusammenhänge zwischen Umsatz und Zahlungseingang entweder nicht besteht oder die Zusammenhänge nicht so erfaßt werden konnten, um mit Hilfe eines Simulationsmodells die Zahlungseingangserwartungen zu bestimmen.

II. Schwierigkeiten bei der Anwendung des Simulationsmodells

Bevor die Ergebnisse betrachtet und eventuell daraus Schlüsse gezogen werden, sollen die Schwierigkeiten, die sich bei der Aufstellung und der Anwendung des Simulationsmodells ergaben, aufgezählt werden. Diese Aufzählung erfaßt sicher nicht alle Schwierigkeiten, die bei ähnlichen Untersuchungen auftreten können.

Da waren einmal Fehler bzw. Unzulänglichkeiten im Datenmaterial:

1. In den Betrachtungszeitraum hinein wurde eine neue Verschlüsselung der Waren eingeführt. Das führte dazu, daß gleichzeitig in verschiedenen Datensätzen (z.B. Offene Posten) auch verschiedene Schlüssel vorhanden waren. Am Umsatzdatum konnte man aber noch erkennen, ob es noch der alte oder bereits der neue Schlüssel war. Es mußten zur eindeutigen Klassifizierung der Waren durch zusätzlichen Aufwand Umverschlüsselungen vorgenommen werden.
2. Es gab und gibt Datensätze, denen eine Warenverschlüsselung fehlt. Diese Sätze müssen eliminiert werden, da diese Informationen keine normalen Umsätze, sondern sonstige Geschäfte beinhalten.
3. Wie sich leider erst recht spät herausstellte, wurde als Datum des Zahlungseingangs dasjenige des Journaldatums eingesetzt. Da aber nur dreimal im Monat gebucht wurde, häuften sich bei der Betrachtung von Ist-Zahlungseingängen diese an bestimmten durch die Journalschreibung bestimmten Terminen. Dieser Mangel an Genauigkeit wurde behoben, so daß seit Monaten - leider nicht seit Jahren - das echte Eingangsdatum vorhanden ist. Bei tagfertiger Buchung im Dialog - die inzwischen eingeführt ist - ist das auch kein Problem mehr.
4. Es gibt rein buchhalterische Buchungen, um etwa Konten zu bereinigen oder Buchungsposten zusammenzuführen. Diese Daten mußten entsprechend bereinigt werden.
5. Die Sortierfolge innerhalb eines Jahres wurde nach der Rechnungsnummer vorgenommen. Nach der Rechnungsnummer werden erledigte und offene Posten zusammengebracht. Das ging auch solange gut, solange die entsprechenden Zusammenführungen sich innerhalb eines Jahres bewegten. Da aber nach Jahreswechsel die Rechnungsnummern wieder von vorne beginnen, mußte der Sortierbegriff um das Umsatzjahr erweitert werden, sobald der zu betrachtende Zeitraum über den Jahreswechsel hinausgeht.

Neben den Unzulänglichkeiten der vorhandenen Daten stellen die Vorhersagedaten für die Umsätze (siehe Programmbeschreibung SIMU 2 2.c. in Kapitel G II.) ein Problem dar. Die vorhergesagten Umsätze stimmten mit den dann erfolgten Umsätzen nur mit Abweichungen überein. Die Abweichungen lagen zwischen + 7,7 % und - 7,5 % bei Monatsvorhersagen. Dieser Fehler wirkt sich in der Prognose der Zahlungseingänge nur insoweit aus, wie diese Umsatzvorhersagen im Prognosezeitraum zu Zahlungseingängen führen können. Eine überschlägige Rechnung ergibt, wenn 50 % der Zahlungseingänge nach vier Wochen, 38 % nach drei, 16 % nach zwei und 2 % nach einer Woche erfolgt sind, daß von allen Umsätzen eines Monats

$$\frac{50 \% + 38 \% + 16 \% + 2 \%}{4} = 26,5 \%$$

im selben Monat zu Zahlungseingängen führen. Damit schrumpft aber die Ungenauigkeit bei der Umsatzvorhersage auf 26,5 % von $\pm 7,5$ %, nämlich auf etwa 2 % zusammen. Diese Abweichung aber kann in Kauf genommen werden.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Wahl der richtigen Periodenlänge. Die Vorhersagezeit selbst liefert, je länger diese gewählt wird, im Verlaufe der Zeit immer unschärfere Ergebnisse. Die Länge der Vorhersagezeit wird davon abhängig sein, ob eine kurzfristige Planung der Liquidität - etwa von einem Monat - oder die Finanzplanung eines Jahres anstehen.

Schwieriger aber ist die Frage nach der Periodenlänge innerhalb der Vorhersagezeit zu beantworten. Tage sind zu kurz. Die dabei auftretenden Schwankungen machen die Prognose ungenau. Wochen scheinen von der Länge her eine gute Einteilung zu sein. Leider fällt aber dann die Möglichkeit weg, Wochenenergebnisse mit Monatszahlen zu vergleichen, da Wochen oft auf zwei Monate zugreifen. Zudem könnten Wochen, in die z.B. ein Monatsabschluß oder -anfang fällt, besonders stark mit Zahlungseingängen bedacht sein. Vergleichszahlen werden fehlen, denn welches

Unternehmen macht wochenweise statistische Erhebungen. Es drängt sich nun die Wahl von Dekaden auf. Nur schwankt in Dekaden leider die Zahl der Arbeitstage, da zwei Wochenenden enthalten sein können. Die Wahl des Monats als Periodenlänge ist in vielen Fällen aber sicher schon zu grob.

Eines kann an dieser Stelle aus der späteren Betrachtung der Ergebnisse vorweggenommen werden: Die Wahl der Periodenlänge ist abhängig von dem Zeitraum, über den sich die Häufigkeitsverteilung der Zahlungseingänge erstreckt. Das heißt, bei sehr kurzfristigen Zahlungseingängen werden Tage gewählt werden können. Wenn dagegen nach vier Wochen kaum die Hälfte der Zahlungseingänge erfolgt ist, liegt es nahe, Wochen oder sogar Monate als Periodenlänge zu wählen.

III. Prüfung der Ergebnisse und deren Auswertung

"Unter einer Hypothese versteht man in der Statistik eine Annahme über die Verteilung einer Zufallsvariablen. Und ein Test einer Hypothese ist ein Prüfverfahren, das man anwendet, wenn man wissen will, ob man die Hypothese 'annehmen' kann oder 'verwerfen' soll" (Kreyszig =Methoden 203=).

Die Zufallsvariable ist im hier vorliegenden Problem der Zeitabstand zwischen Umsatz- und ihren Zahlungseingangsterminen. Die Annahme war, daß die Zufallsvariablen in Abhängigkeit von der Höhe des Umsatzes, der Kundengruppe, der Warenart usw. zumindest rollierend für jeweils ein Jahr bestimmten Häufigkeitsverteilungen unterliegen. Diese Annahme wurde mit den Daten eines industriellen Unternehmens bestätigt. Die Hypothese, auf die das vorliegende Simulationsmodell aufbaut, ist die Annahme, daß die Zahlungseingangserwartungen der Umsätze sich wie die Verteilung der Zahlungseingänge der Vergangenheit verhalten.

Um diese Hypothese zu testen, müssen die Zahlungseingangserwartungen mit den echten Zahlungseingängen verglichen werden. Wegen der teilweise unzulänglichen Daten (vgl. 3. in Kapitel H II.) mußte für den Test die Vorgehensweise nach 4. und nur zum Teil nach 3. in Kapitel H I. gewählt werden, also im nachhinein die simulierten Zahlungseingangserwartungen mit den dann wirklich eingetretenen Zahlungseingängen verglichen werden. Um aber die Unstimmigkeiten hinsichtlich der Umsatzschätzungen zu umgehen, wurde zusätzlich noch folgender Weg beschritten: Die Zahlungseingangserwartungen wurden für die jüngste Vergangenheit simuliert unter Hinzuziehung der dann schon bekannten Umsätze.

Es wäre nun sicher nicht richtig, eine bestimmte Fehlerwahrscheinlichkeit für die Ergebnisse des Testes zuzulassen. Wird die zugelassene Fehlerwahrscheinlichkeit zu klein gewählt, so könnte die Hypothese verworfen werden, obwohl sie richtig ist. Die Fehlerwahrscheinlichkeit dürfte sich aber bei der Diskussion der Ergebnisse bestimmen lassen.

Es ist denkbar, daß die Ergebnisse eines Testes eine Hypothese zu bestätigen scheinen, obwohl sie falsch ist. Das läßt sich dadurch vermeiden, daß mit großem Datenmaterial durch Induktionsschluß die Richtigkeit der Hypothese bestätigt wird (Induktionsschluß heißt, aus einzelnen Untersuchungen werden Regelmäßigkeiten festgestellt) (Kreyszig =Methoden 208 f., Athen =Rechnen 372=). Aus den Schlüssen, die sich aus einer graphischen Darstellung (Abb. 20) von Umsatz, Zahlungseingang und simulierter Zahlungseingangserwartung ziehen lassen, erscheint die Hypothese als richtig.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß das gesamte aufbereitete Zahlenmaterial aus einem industriellen Unternehmen (vgl. Kapitel F V.) stammt. Daraus ergibt sich, daß bestimmte Schlüsse auf andere Unternehmen, besonders wenn sie anders struktu-

riert sind, nicht in dieser Arbeit bewiesen werden. Das schließt aber nicht aus, daß die generellen Erkenntnisse auch auf andere industrielle Unternehmen zutreffen.

Als erstes soll die Frage nach der Periodenlänge beantwortet werden. Folgende Graphik (Abb. 19) soll helfen, darauf eine Antwort zu geben. Die Graphik zeigt einen Vergleich von echten Zahlungseingängen mit den für den gleichen Zeitraum von 45 Wochen simulierten Zahlungseingangserwartungen. Diese 45 Wochen decken den Zeitraum vom 5.2. bis zum 16.12.1979 ab. Der gewählte Zeitraum sollte Einflüsse des Jahreswechsels möglichst ausschalten. Zur Simulation der Zahlungseingangserwartungen wurden nur echte Umsätze herangezogen. Die x-Achse stellt für den Zahlungseingang und die Zahlungseingangserwartungen den jeweiligen Durchschnitt dieser Werte bezogen auf die 45 Wochen dar. Die Abweichungen vom Durchschnitt wurden in Prozent von Woche zu Woche aufgetragen.

Das Ergebnis erscheint auf den ersten Blick unbefriedigend. Die Differenzen zwischen den Zahlungseingängen und den Zahlungseingangserwartungen sind zum Teil erheblich. Das könnte vier Ursachen haben:

1. Das Simulationsmodell ist fehlerhaft.
2. Das Datenmaterial ist fehlerhaft.
3. Die gewählte Periodenlänge ist zu klein.
4. Es gibt zufällige Einflüsse auf den Zahlungseingang, die nicht oder nur unvollkommen von der der Simulation zugrunde liegenden Häufigkeitsverteilung erfaßt werden.

Wenden wir uns zunächst dem vierten Punkt zu. Wenn man dem Auf und Ab der Zahlungseingänge und der Zahlungseingangserwartungen (Abb. 19) folgt, so stellt man doch eine gleichmäßige Entwicklung fest. Die Zahlungseingangserwartungen sind gedämpfter. Sie schwanken nicht so wie die Zahlungseingänge. Es gibt sicher eine Anzahl Gründe, die dazu führen, daß die Zahlungseingänge nicht sofort mit dem Tag ihres Eingangs verbucht werden. Diese Gründe können innerbetrieblich sein, wie z.B. Urlaub, Feiertage,

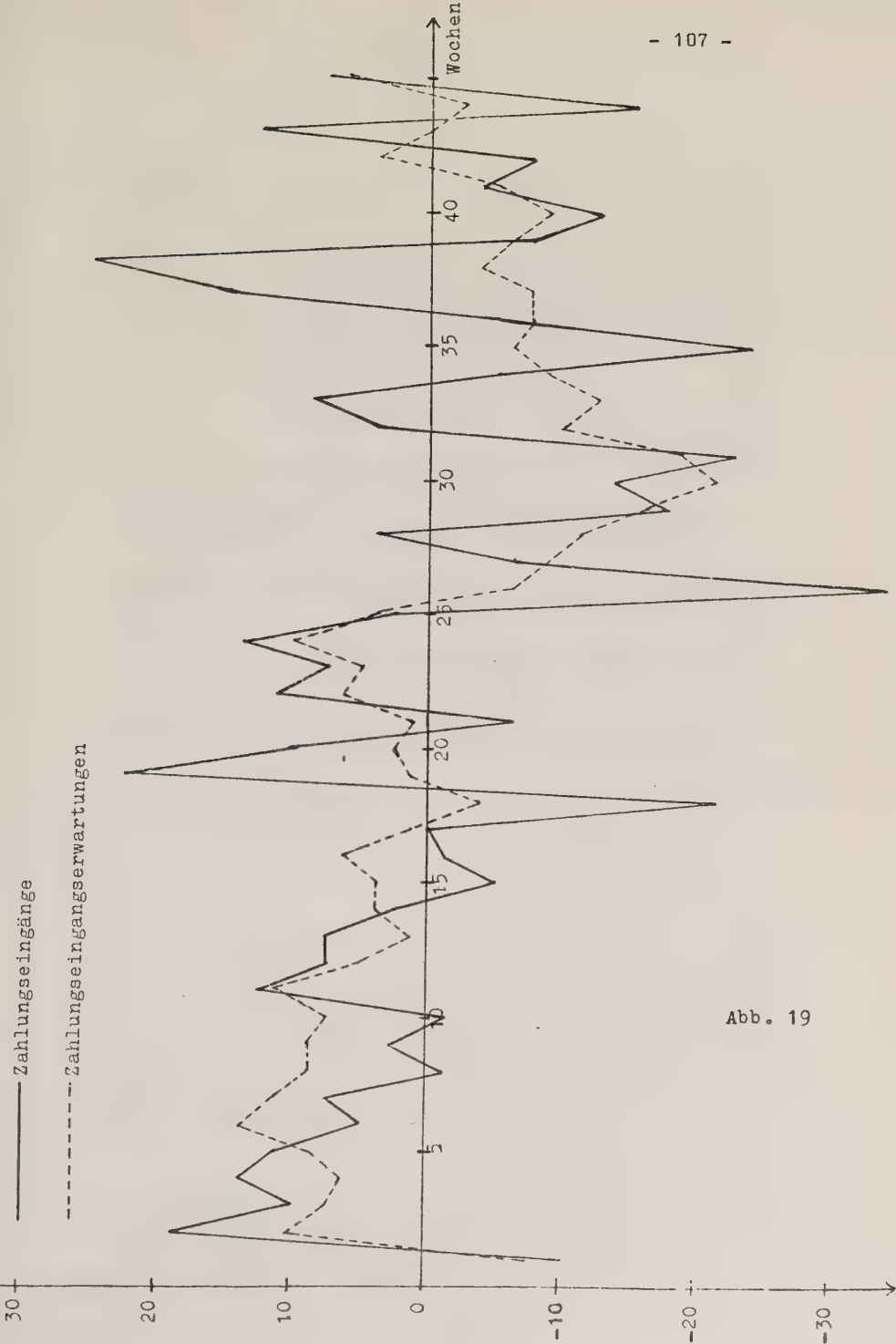


Abb. 19

Krankheit usw. Aber auch außerbetriebliche Einflüsse sind denkbar, z.B. die Verzögerung des Zahlungsverkehrs bei den Geldinstituten aus unterschiedlichen Gründen; es bleibt Arbeit liegen. Endogene und exogene Ursachen führen so zu zufälligen Einflüssen auf den Zahlungseingang. Das kann sogar soweit führen, daß sich verschiedene Einflüsse addieren und zu besonders starken Ausschlägen führen. So lassen sich auch dann einige Abweichungen der Zahlungseingänge in der Graphik (Abb. 19) erklären:

1. Die zehnte Woche war die Woche vor Ostern, der Karfreitag als Buchungstag fehlte. Das führte in der Woche nach Ostern zu erhöhtem Eingang an Zahlungen.
2. Ab Pfingsten wird erhöht Urlaub genommen. Die 18. Woche war die Woche nach Pfingsten.
3. Es ist einige Arbeit liegengeblieben, die in der 19. Woche aufgeholt wurde.
4. Die großen Ferien begannen in der 25. bzw. 26. Woche. Das führte zu verspäteten Buchungen.
5. Auffallend oft fallen starke negative Abweichungen mit dem Monatswechsel zusammen. Auch hier kann Buchungsstoff liegen bleiben. Das war der Fall in der 8., 21., 26. und 35. Woche.

Diese Einflüsse, die von innen und außen kommen, führen dazu, daß sie nicht voll durch die Simulation auf die Zahlungseingangserwartungen durchschlagen. Um hier Abhilfe zu schaffen, müßten die Zahlungseingänge taggenau gebucht werden. Das ist unter erhöhtem Personaleinsatz möglich. Damit sind aber leider die Verspätungen der Zahlungseingänge, die ihre Ursache bei den Geldinstituten haben, nicht zu beseitigen.

Wie die weitere Untersuchung zeigt, kann angenommen werden, daß bei der Wahl einer größeren Periodenlänge das Simulationsmodell richtig arbeitet und auch die Daten fehlerfrei sind, da die Prognosen bei größerer Perioden-

länge gut mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Die weiteren Betrachtungen und Auswertungen beziehen sich daher auf eine Periodenlänge von einem Monat.

Mit der nachfolgenden Graphik (Abb. 20) wird gezeigt, wie sich Umsatz, Zahlungseingang und simulierter Zahlungseingang in der Zeit von April 1977 bis April 1978 verhielten.

In der Graphik bedeuten:

Umsatz: Umsatzprozente bezogen auf April 1977 = 100 %.

Zahlungseingang: Zahlungseingangsprozente bezogen auf Umsatz April 1977 = 100 %.

Zahlungseingangserwartungen mit echten bzw. hochgerechneten Umsätzen: simulierte Zahlungseingangserwartungen in Prozent vom echten Zahlungseingang. Wenn von den zuletzt erwähnten Punkten eine Linie ausgeht, so zeigen diese den Verlauf der simulierten Zahlungseingangserwartungen für drei Monate, die in einem Simulationslauf erstellt wurden.

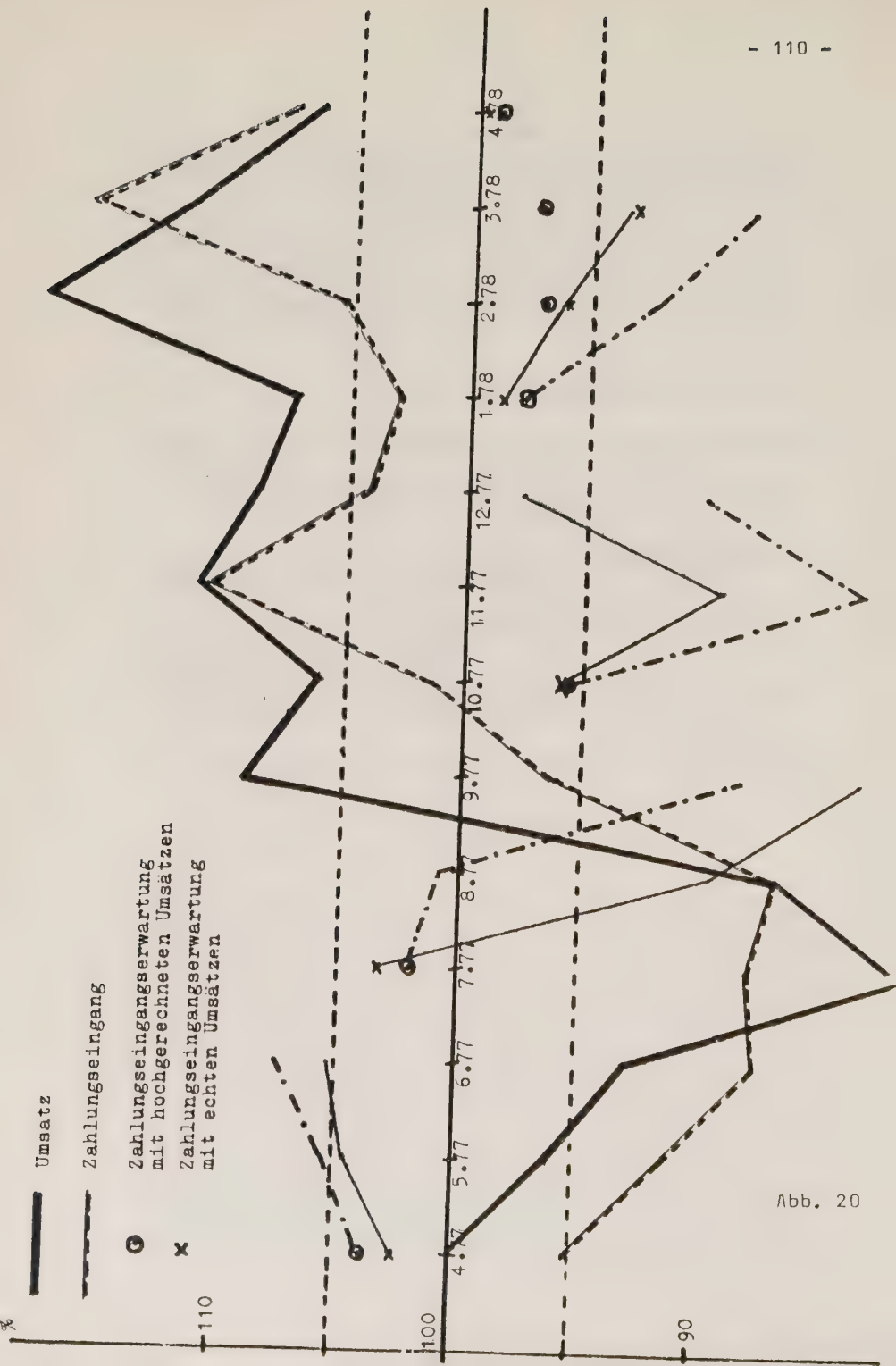


Abb. 20

Die graphische Darstellung gibt Anlaß, einige Betrachtungen anzustellen und eine Reihe recht bemerkenswerter Schlüsse zu ziehen.

Es wird deutlich, daß der Zahlungseingang der Umsatzentwicklung hinterherhinkt. Der Zahlungseingang liegt wertmäßig unter den Umsatzzahlen. Die ins Modell eingebauten Zahlungsausfälle zeigen sich also deutlich.

Sinken Umsatz und Zahlungseingang vor einer Prognose, so zeigen die simulierten Zahlungseingangserwartungen eine steigende Tendenz, und die Prognose fällt zu hoch aus (April 1977). Sobald dagegen Umsatz und Zahlungseingang wieder steigen, aber vorher gesunken sind, ist die Prognose für die folgende Periode noch zu hoch, sinkt aber dann für die nächsten Perioden (ab Juli 1977). Für Januar und April 1978 ergeben sich ebenfalls dem Umsatz- und Zahlungseingangsverlauf entgegengesetzte Tendenzen. Die Vorhersage wird zu klein. Ferner zeigt sich, daß diese Tendenz ohne Rücksicht darauf gilt, ob mit hochgerechneten oder mit echten Umsätzen simuliert wird. Das läßt darauf schließen, daß sich bei steigenden Umsätzen die Zahlungseingangstermine verkürzen und umgekehrt. Die zugrunde liegende Häufigkeitsverteilung der Zahlungseingänge wird ein gewisses Beharrungsvermögen besitzen.

Das Modell läßt zu, die Häufigkeitsverteilung nicht nur von zwölf Monaten, sondern z.B. auch von sechs Monaten einzusetzen. Einige Vorhersagen wurden mit dieser neuen Häufigkeitsverteilung wiederholt, ohne daß sich die Ergebnisse änderten. Es kann angenommen werden, daß sich die obigen Auswirkungen erst bei noch kleineren Zeiträumen für die Häufigkeitsverteilung zeigen.

Eine weitere Beobachtung läßt sich machen: Die Genauigkeit der Prognose nimmt ab, wenn in der Vorperiode Umsatz- und Zahlungseingangsverlauf entgegengesetzt verlaufen (Juli 1977, März 1978).

In der Graphik sind bei 95 % und 105 % gestrichelte Linien eingezeichnet. Diese Linien dürften den Wahr-

scheinlichkeitsbereich des hier vorliegenden Simulationsmodells mit den zur Verfügung stehenden Daten begrenzen, also von 95 % bis 105 %, für eine Vorhersageperiode von einem Monat.

Folgende Schlüsse lassen sich aus der Auswertung des Zahlenmaterials in Verbindung mit dem Simulationsmodell ziehen:

1. Die Zahlungseingangserwartungen industrieller Unternehmungen können mit ausreichender Genauigkeit mit Hilfe der Simulationstechnik bestimmt werden. Damit wurde gezeigt, daß strenge und eindeutige Zusammenhänge zwischen Marktleistung und der Bestimmung von Zahlungseingängen bestehen.
2. Die sinnvolle Länge der Perioden innerhalb des Vorhersagezeitraums ist abhängig von dem Zeitraum, in welchem die Umsätze zu Zahlungseingängen werden. (Vgl. Kapitel H III. mit Abb. 19.)
3. Nimmt man in Kauf, daß mit Zunahme des Vorhersagezeitraums die Genauigkeit der Prognose abnimmt, so können brauchbare Zahlungseingangserwartungen für einen Vorhersagezeitraum von etwa dreifacher Periodenlänge simuliert werden. Die Abweichungen der Prognose für die nächste Periode von den echten Zahlungseingängen liegen unter fünf Prozent. (Vgl. hierzu Abb. 20.)
4. Eine Verbesserung dieser Prognosewerte ergibt sich, wenn die Prognosewerte für die nächste Periode etwas erhöht werden, wenn in den Vorperioden Umsatz- und Zahlungseingangsverlauf eine steigende Tendenz aufweisen und umgekehrt. Diese Verbesserung könnte selbstverständlich ins Modell eingebaut werden und liegt zwischen ein bis vier Prozent.
5. Kurzfristig - für eine Periode - bringt die Verwendung von anderen Vorhersagemethoden - etwa Regressionsanalyse oder exponentielle Glättung -, als die hier verwendete, für zukünftige Umsätze keine Verbesserung

der Ergebnisse. Das haben Prognosen unter Einsatz echter Umsätze gezeigt. (Vgl. Abb. 20.)

6. Ergebnisse der ständigen Untersuchung und Überprüfung der Simulation lassen auch zu, Tendenzen in einer Veränderung der Zahlungseingänge zu erkennen. Daraus können Gegenmaßnahmen bei ungünstigen Tendenzen abgeleitet werden.
7. Der Modellbau selbst bringt schon viele neue Ansichten in die Zusammenhänge des Problems, so daß die zu lösenden Probleme mit anderen Augen gesehen werden.
8. Die Höhe der Liquiditätsreserven ist abhängig von der Unsicherheit, mit der Einnahmen und Ausgaben im Zeitverlauf auftreten. In der Regel liegt die größere Unsicherheit auf der Einnahmenseite. Mit der zuverlässigeren Bestimmung von Zahlungseingangserwartungen folgt daraus eine Verringerung der Liquiditätsreserven. Diese sind in ihrer Höhe dann noch abhängig von der Genauigkeit der Vorhersage der Zahlungseingangserwartungen und von der Genauigkeit, mit der Ausgaben bestimmt werden können. Damit ist ein Schritt zur Lösung des Liquiditätsproblems getan.
9. Mit der Planung von Umsätzen werden gleichzeitig die dazugehörigen Zahlungseingänge geplant. Oder anders ausgedrückt: Zahlungseingangserwartungen lassen sich auch mit Hilfe geplanter Umsätze simulieren.
10. Umgekehrt ist es möglich, aufgrund geplanter Zahlungseingänge Umsatzerwartungen zu bestimmen: Welche Umsätze müssen wann getätigt werden, um in einem Vorhersagezeitraum bestimmte Zahlungseingänge zu erhalten? Es wird also möglich sein, zu bestimmen, wann wieviel Umsatz zu machen ist, um geplante Ausgaben abzudecken.
11. Der Umsatz kann zur gleichen Zeit wie der Zahlungseingang stattfinden (Barverkauf); in der Regel erfolgt aber der Zahlungseingang - abgesehen von Anzahlungen - zeitlich nach dem Umsatz. Für den Verkäufer ist mit

dem Umsatz der Erfolg gegeben, obwohl Liquiditätsschwierigkeiten bestehen können. Mit der Bestimmung von Zahlungseingangserwartungen wird eine Brücke zwischen Erfolgs- und Zahlungsbewegungen geschlagen. Unternehmenspolitische Entscheidungen lassen sich so auf ihre Wirkung hinsichtlich Umsatz und Zahlungseingang beurteilen.

12. Anhand der zu erwartenden Zahlungseingänge kann erkannt werden, ob und wann sich bei Gegenüberstellung mit den Ausgaben Liquiditätsengpässe ergeben. Je früher ein Engpaß erkannt wird, umso geringer können die Auswirkungen sein, die sich aus Maßnahmen zur Beseitigung solcher Engpässe ergeben.
13. Das Erkennen überschüssiger finanzieller Mittel läßt eine Erfolg bringende Anlage dieser Mittel zu.
14. Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, daß das zu verwendende Datenmaterial sorgfältiger und exakter aufbereitet werden muß. Gute Prognosen erfordern eine höhere Qualität der Informationen. Das bedeutet aber auch mehr Aufwand.
15. Es darf nicht übersehen werden, daß mit dem Simulationsmodell die Möglichkeit gegeben ist, die Zahlungseingänge für alternative Umsatzpläne zu simulieren. Damit können etwa Überlegungen im Rahmen von Produktionsplänen unterstützt werden.

Dieses Kapitel soll nicht abgeschlossen werden, ohne auf die Unterschiede zwischen Langen und dieser Arbeit einzugehen (Langen =Prognose=). Folgende Tabelle (Abb. 21) skizziert diese Unterschiede.

Modell von Langen	Simulationsmodell
Deterministisches Modell	Stochastisches Modell
Durch Liquiditätsspektrum (Spektralvektor) werden Bruchteile der Tagesumsätze verschiedenen Zahlungseingangstagen zugeordnet.	Zu jedem Umsatz, der im Vorhersagezeitraum zum Zahlungseingang führen kann, werden über Zufallszahlen und Häufigkeitsverteilung Zahlungseingangstermine ermittelt.
Ergebnisse und Aussagen erfolgen aufgrund einer stochastischen Stichprobe.	Ergebnisse und Aussagen bauen auf umfangreichen empirischen Untersuchungen auf.
Es erfolgt keine Aussage darüber, ob das Liquiditätsspektrum im Zeitablauf stabil ist.	Es zeigte sich, daß die Häufigkeitsverteilungen im Zeitablauf mittelfristig (über Jahre hinweg) nicht stabil sind.
Das Liquiditätsspektrum ist nicht dynamisch.	Die Häufigkeitsverteilung wird der Entwicklung ständig angepaßt (automatische Dynamik).
Das Eintreffen der Prognosen wird vermutet (Theorie).	Die Prognosen erweisen sich als zutreffend.

Das Ergebnis der unterschiedlichen Vorgehensweisen ist aber gleich: Die Theorie von Langen, nach der es quantitative und chronologische Zusammenhänge zwischen Umsätzen und Bareinnahmen gibt (Langen =Prognose 289=), wurde durch umfangreiche empirische Erhebungen bewiesen, wenn auch gegenüber Langen ein anderes Instrumentarium (Simulationstechnik) benutzt wurde.

IV. Schlußbetrachtungen

Wie gezeigt wurde, handelt es sich bei der Simulationstechnik nicht um ein Rechenverfahren. Es kommt vielmehr darauf an, die Elemente eines realen Systems und deren Zusammenhänge so zu beschreiben, daß an dem dann erstellten Modell das System experimentell erforscht werden kann. Mit dieser Arbeitsweise versucht man in der Regel "Was-wäre-wenn"-Probleme zu beantworten. Es werden vorhandene oder geplante Systeme unter verschiedenen Bedingungen mit Hilfe eines Modells in ihren Auswirkungen erprobt, um daraus eine Entscheidung abzuleiten, unter welchen Bedingungen das System arbeiten soll. In der vorliegenden Arbeit wird dagegen mit Hilfe der Simulationstechnik eine andere Fragestellung gelöst: Was wird sein, wenn bestimmte Ereignisse eingetreten sind? Oder für die hier vorliegende Problemstellung formuliert: Welche Zahlungseingangserwartungen ergeben sich in der nächsten Zeit bei den jeweils momentan vorliegenden Umsätzen? Damit ist das hier erstellte Simulationsmodell ein reines Prognose-(Vorhersage-)Modell. Es wäre weiterhin denkbar, ein Modell zu erstellen, das zukünftige Zahlungsströme mit alternativen Prognosen aus hypothetischen Vorplänen simuliert. Dann läge ein "Was-wäre-wenn"-Problem vor, und es wäre notwendig, aus alternativen Planungen geschätzte Umsätze im zeitlichen Verlauf zu bestimmen.

Durch die Simulation von Problemsituationen mit Hilfe eines Computers gelingt es, die unbegrenzten Speichermöglichkeiten des Computers mit der Fähigkeit der Simulation, die Zeit zu rafften - ein Jahr in Minuten -, in Verbindung zu bringen. Die Grenzen der Anwendung der Simulationstechnik liegen einerseits in der Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Simulationsmodells und in der Beschaffung der notwendigen Daten und andererseits in der Frage der Wirtschaftlichkeit. Beim Einsatz der Simulationstechnik zur Beantwortung von Fragen in industriellen Unternehmungen müssen die entstandenen Kosten letztlich mit den Ergebnissen gerechtfertigt werden.

I. Literaturverzeichnis

Adelberger, Otto L.:

SIMULFIN - Die Finanzwirtschaft der Unternehmung als
Simulationsmodell, Teil I: Textband, Teil II: EDV-
Materialien, Darmstadt 1976

Athen, Hermann und Jörn Bruhn:

=Rechnen= Rechnen und Mathematik, München, Gütersloh,
Wien 1974

Barrodale, I., F. Roberts, B. Ehle:

=Anwendung= Einführung in die Anwendung von Digital-
rechnern, München, Wien 1973

Bauknecht, K., J. Kohlas, C.A. Zander:

Simulationstechnik, Berlin, Heidelberg, New York 1976

Bauknecht, K., W. Nef:

Digitale Simulation, Berlin 1971

Berthel, Jürgen, Dieter Moews:

Information und Planung in industriellen Unternehmungen,
Berlin 1970

Chmielewicz, Klaus:

, Integrierte Finanz- und Erfolgsplanung, Stuttgart
1972

Chmielewicz, Klaus:

Betriebliche Finanzwirtschaft I, Berlin 1976

Gordon, G.:

Systemsimulation, München, Wien 1972

Gross, Ursula und Werner Edlinger:

=Simulationstechnik= Simulationstechnik in Theorie
und Praxis, IBM 1974

Gutenberg, Erich:

Grundlagen der BWL, 3. Bd.: Die Finanzen, Berlin,
Heidelberg, New York 1969

IBM:

=Simulation= General Purpose Simulation System V,
Introductory User's Manual, IBM 1971

Kammerer, Klaus:

Die Bestimmung von Liquiditätsgrenzen der Unterneh-
mung als Gamblers-Ruin-Problem, Diss. Freiburg 1971

Kücher, D., G. Matt, C. Oertel, H. Schneeweiß:

=Simulationstechnik= Einführung in die Simulations-
technik, Deutsche Gesellschaft für Operations
Research 1972

Koelle, Heinz Hermann:

=Simulation= Die Anwendung der Simulation als Ent-
scheidungsilfe, IBM-Nachrichten, Heft 208, 1971

Kohlas, J.:

Monte Carlo Simulation im Operations Research, Ber-
lin, Heidelberg, New York 1972

Koller, Horst:

Simulation und Planspieltechnik, Wiesbaden 1969

Kosiol, Erich (Hg.):

Handwörterbuch des Rechnungswesens, Stuttgart 1970

Kosiol, Erich:

=Modellanalyse= Modellanalyse als Grundlage unterneh-
merischer Entscheidungen, in: Zeitschrift für han-
delswissenschaftliche Forschung, 13. Jg. (1961),
S. 318-334

Kreutzer, W.:

Analyse diskreter Simulationssprachen zur Lösung
betriebswirtschaftlicher Problemstellungen, Univer-
sität Frankfurt, Institut für Wirtschaftsinformatik,
Bericht 76-02

Kreyszig, Erwin:

=Methoden= Statistische Methoden und ihre Anwendun-
gen, Göttingen 1975

Krüger, Siegfried:

=Simulation= Simulation, Berlin 1974

Langen, Heinz:

Betriebliche Zahlungsströme und ihre Planung in dynamischer Sicht, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Mai 1965, S. 261-279

Langen, Heinz:

=Prognose= Die Prognose von Zahlungseingängen, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Mai 1964, S. 289-326

Mellerowicz, Konrad:

=Planung= Planung und Plankostenrechnung, Bd. I: Betriebliche Planung, Freiburg 1972

Mertens, Peter:

=Simulation= Simulation, Stuttgart 1969

Mertens, Peter:

Prognoserechnung, Würzburg 1973

Müller-Merbach, Heiner:

Operations-Research-Methoden und Modelle der Optimalplanung, München 1973

Neumann, K.:

Operations Research Verfahren, Bd. 2: Dynamische Optimierung - Lagerhaltung - Simulation - Warteschlangen, München 1977

Niemeyer, Gerhard:

=Simulation= Die Simulation von Systemabläufen mit Hilfe von FORTRAN IV, Berlin - New York 1972

Niemeyer, Gerhard:

Systemsimulation, Frankfurt/M. 1973

PROGNOS AG, Basel:

SIMULATION als Instrument der Planung in Wirtschaft und Verwaltung, Zürich 1973

Rosentreter, Jürgen:

=Prognosen= Prognosen in der Planung, Zürich, Frankfurt, Thun 1977

Schmidt, Ralf-Bodo:

=Grundlagen= Wirtschaftslehre der Unternehmung,
Bd. 1: Grundlagen und Zielsetzung, Stuttgart 1977

Schmidt, Ralf-Bodo:

=Zielerreichung= Wirtschaftslehre der Unternehmung,
Bd. 2: Zielerreichung, Stuttgart 1973

Schmidt, Ralf-Bodo:

Wirtschaftslehre der Unternehmung, Bd. 3: Erfolgs-
verwendung, Stuttgart 1978

Schweitzer, Hildburg:

Liquidität und Gewinn im industriellen Unternehmungs-
prozeß, Berlin 1967

Soom, Erich:

Über die Rolle des Zufalls im Wirtschaftsleben, IBM-
Nachrichten, Heft 205, 1971

Stahlknecht, Peter:

Operations Research, Braunschweig 1970

Strunz, H.:

Entscheidungsstabellentechnik, München 1977

Wild, Jürgen:

Grundlagen der Unternehmungsplanung, Hamburg 1974

Witte, Eberhard:

=Finanzplanung= Finanzplanung der Unternehmung, Ham-
burg 1974

Wöhe, Günter:

=Einführung= Einführung in die Allgemeine Betriebs-
wirtschaftslehre, München 1973

Woitschach, Max:

Wunder und Wahrscheinlichkeit, IBM-Nachrichten,
Hefte 196 und 197, 1969

Anlagen

- I. Parameterkarten
- II. Satzaufbau
- III. Programmablaufpläne
- IV. Programmlisten

666 PTM PJ

Parameterkarte für SIMU2

1 KZ 1

5 oddnng

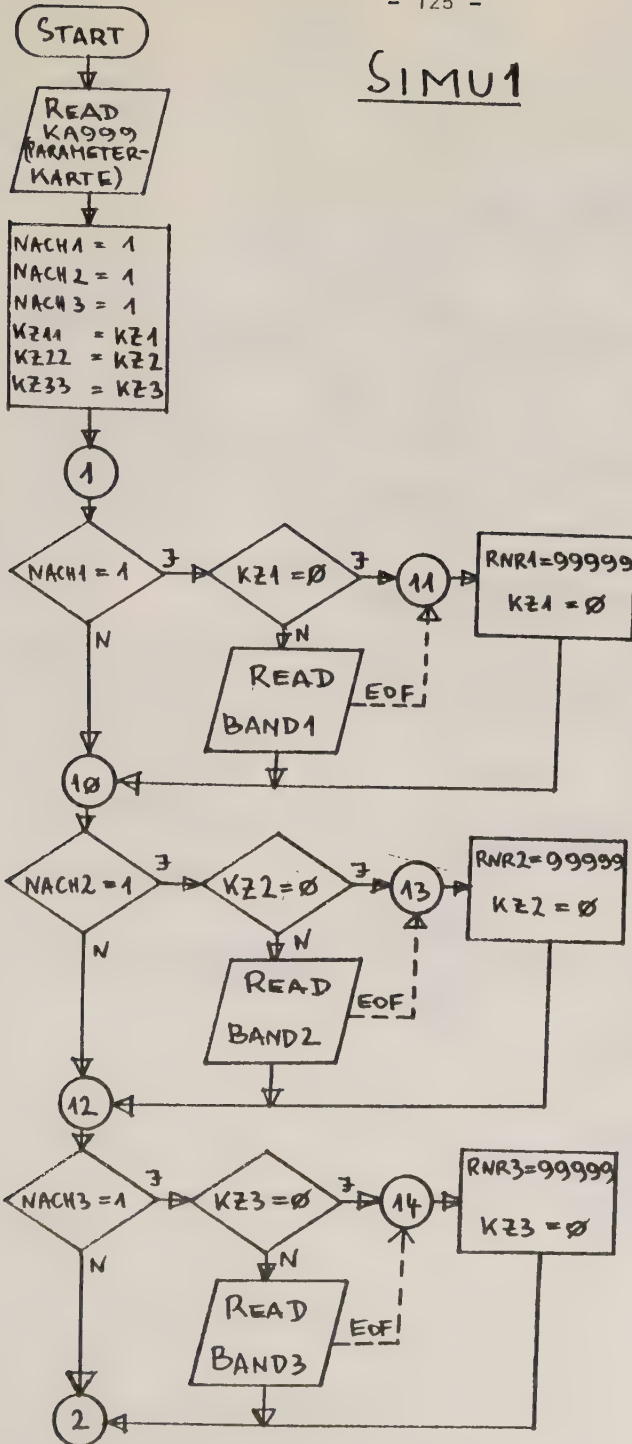
998 PMPTJ 12

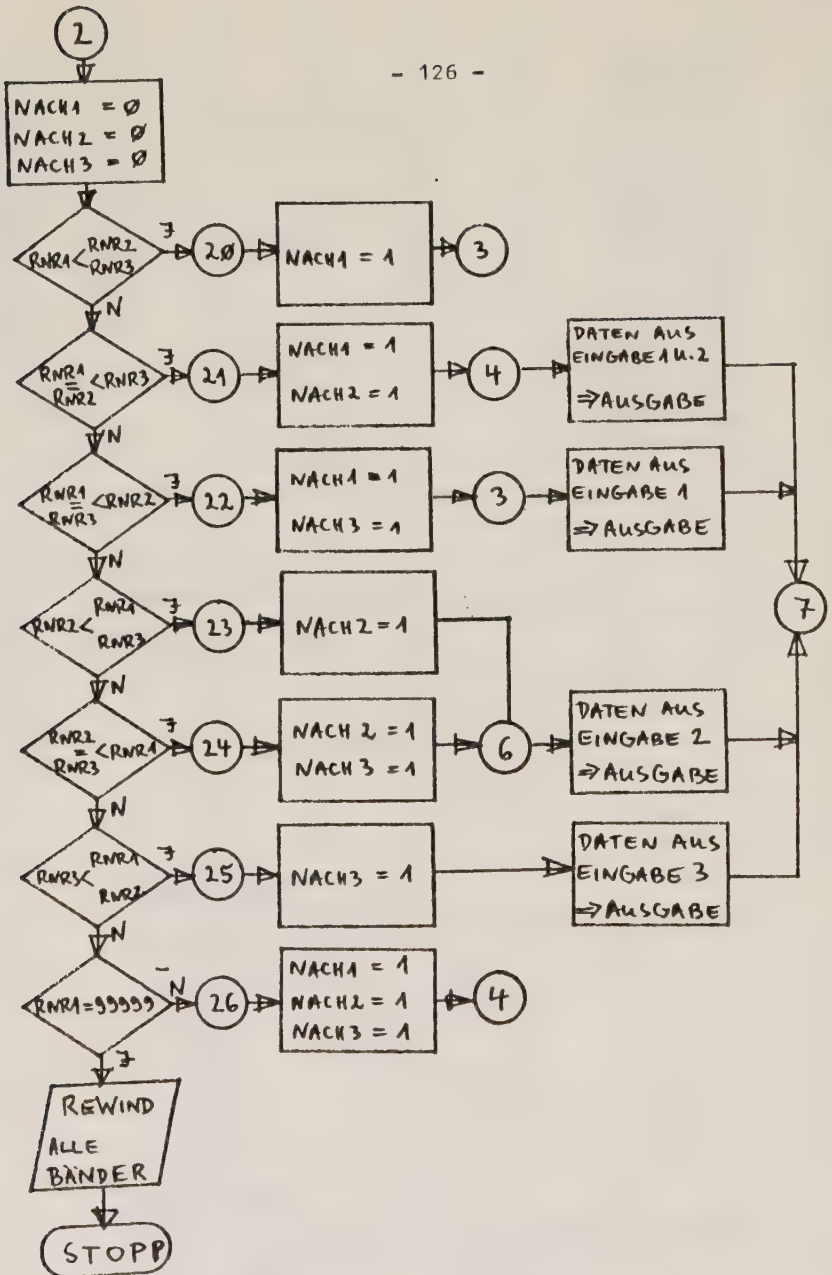
KZ 1

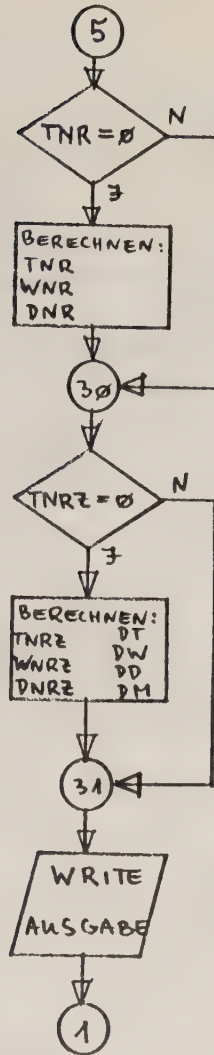
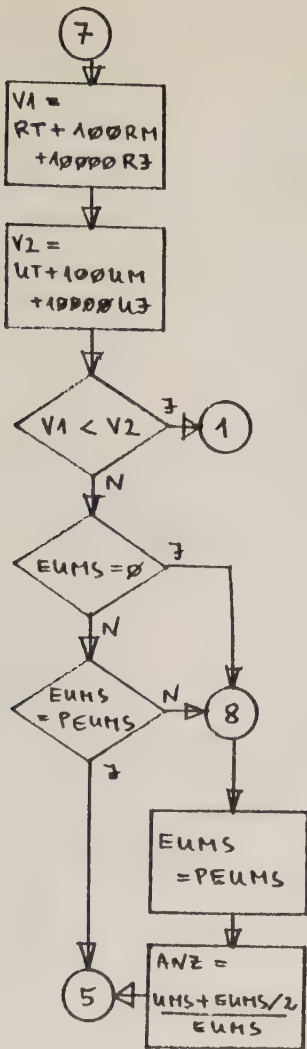
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

[illegible]

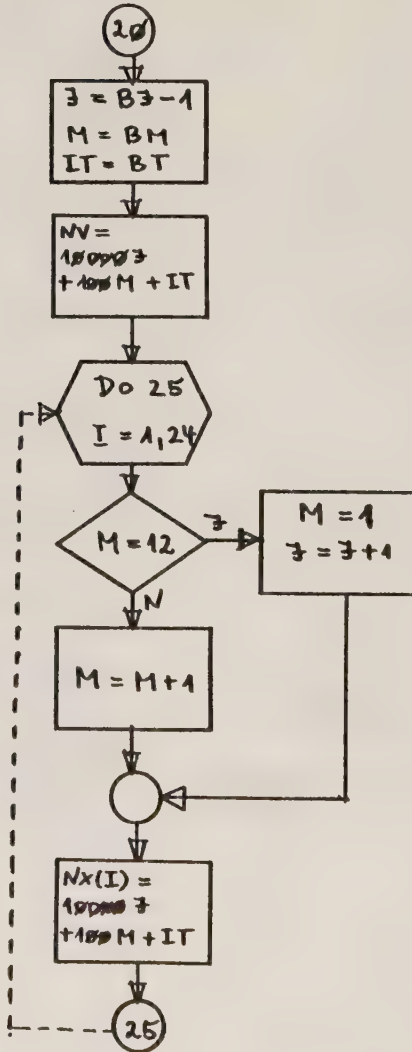
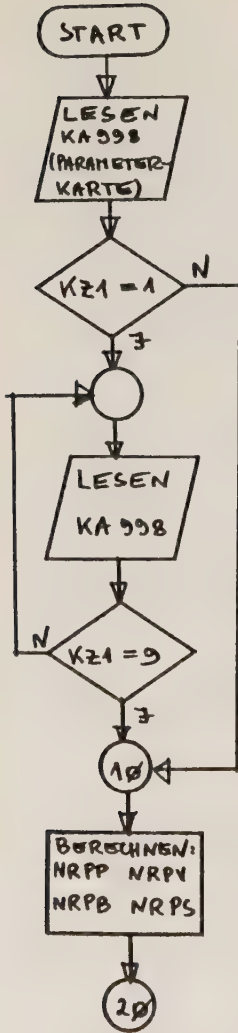
SIMU1

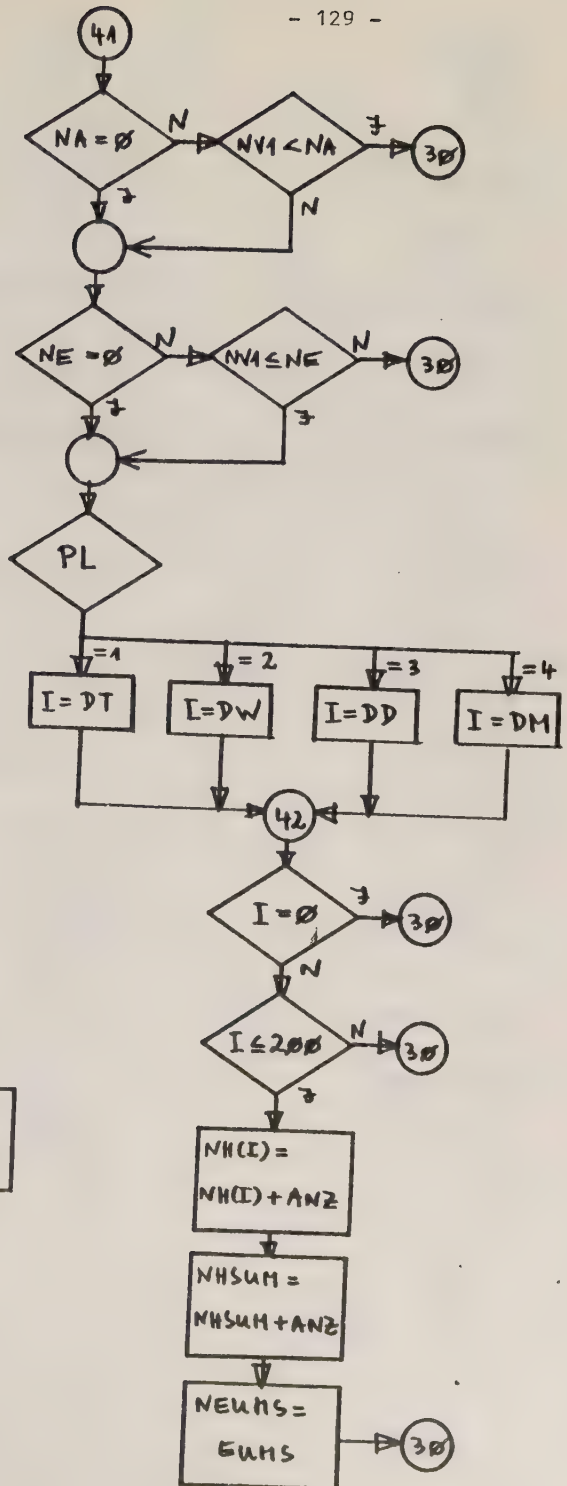
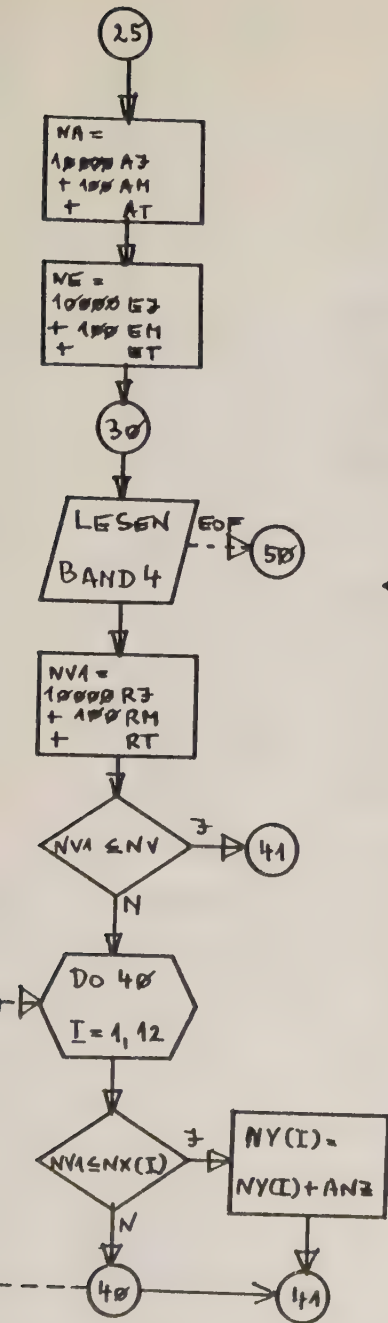


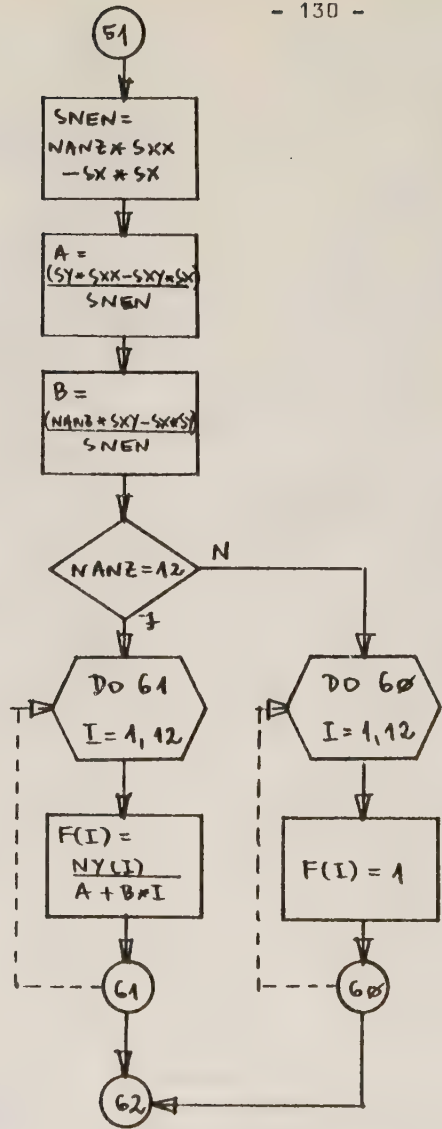
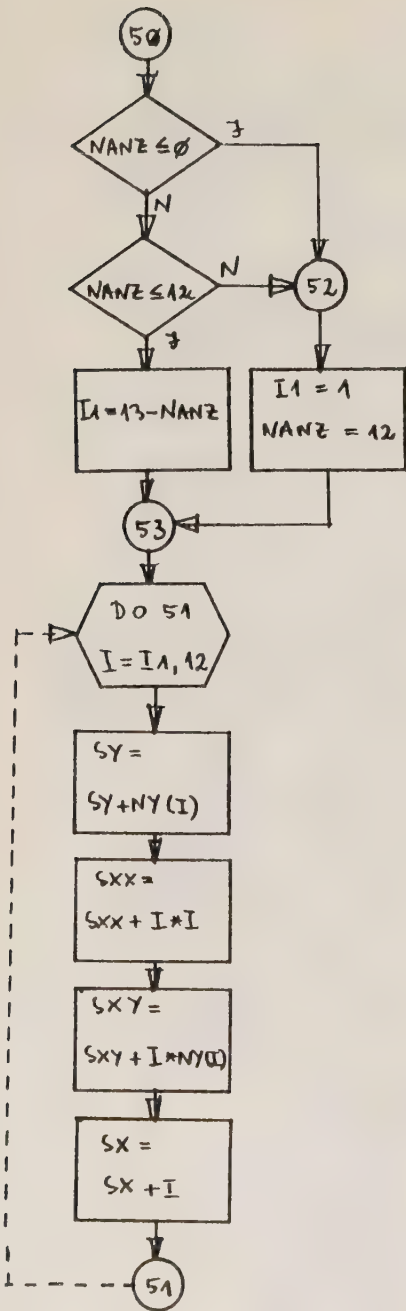


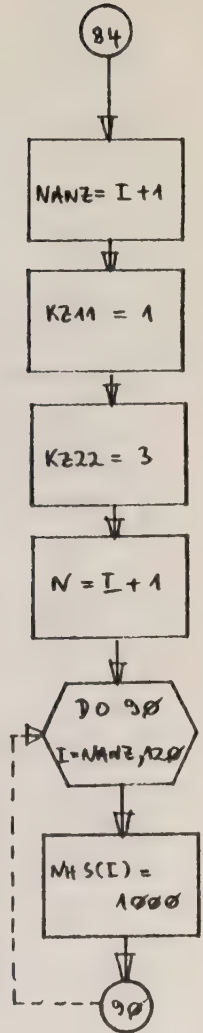
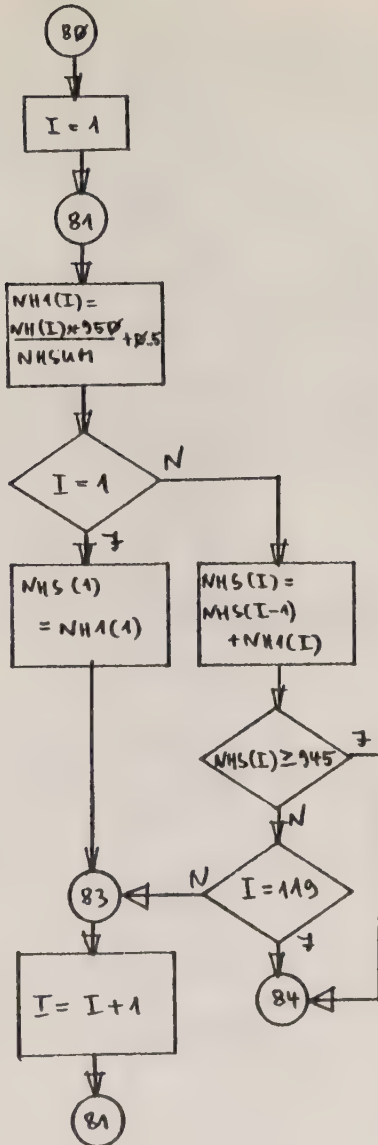
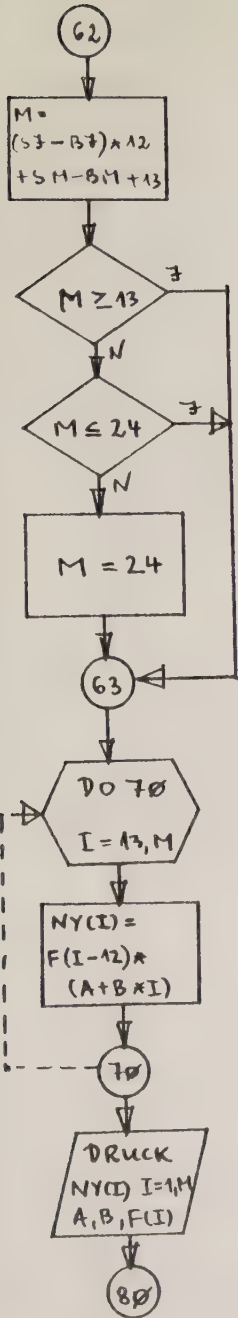


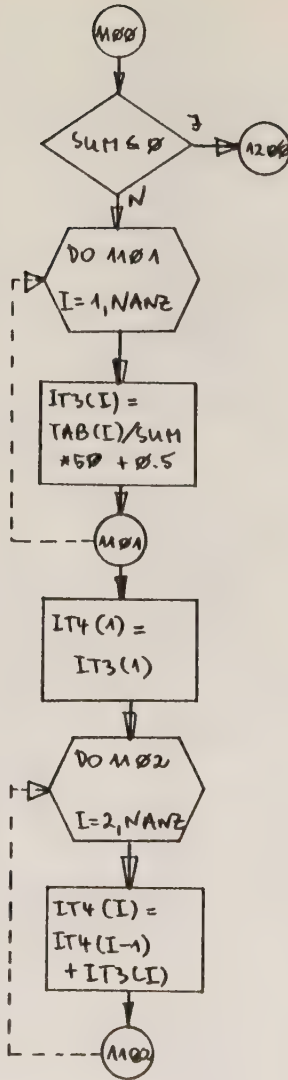
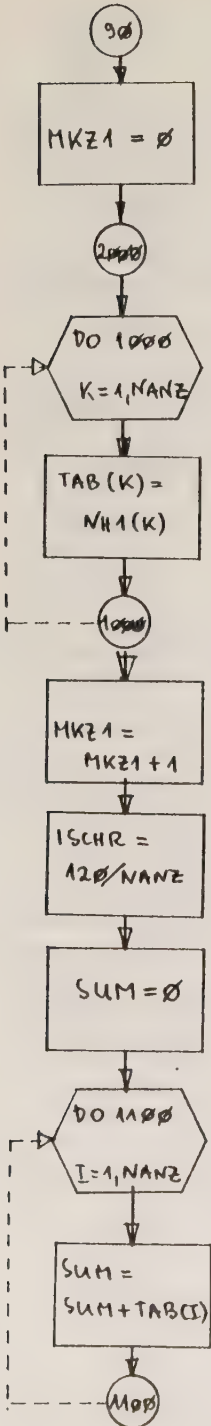
SIMU2

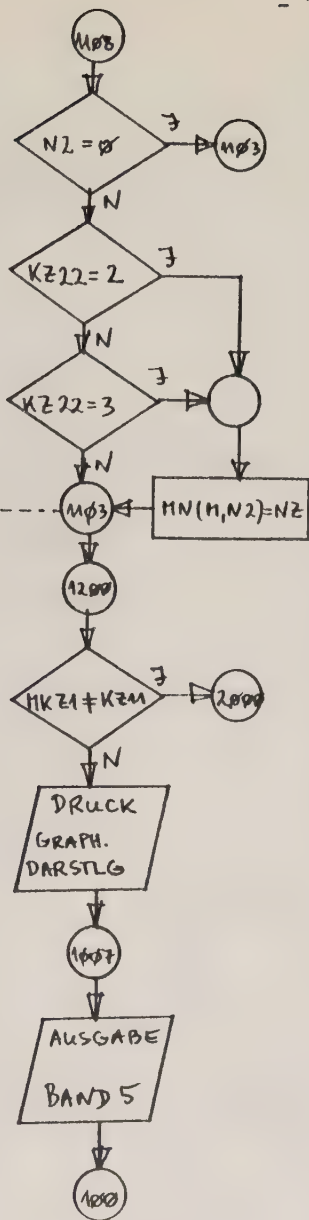
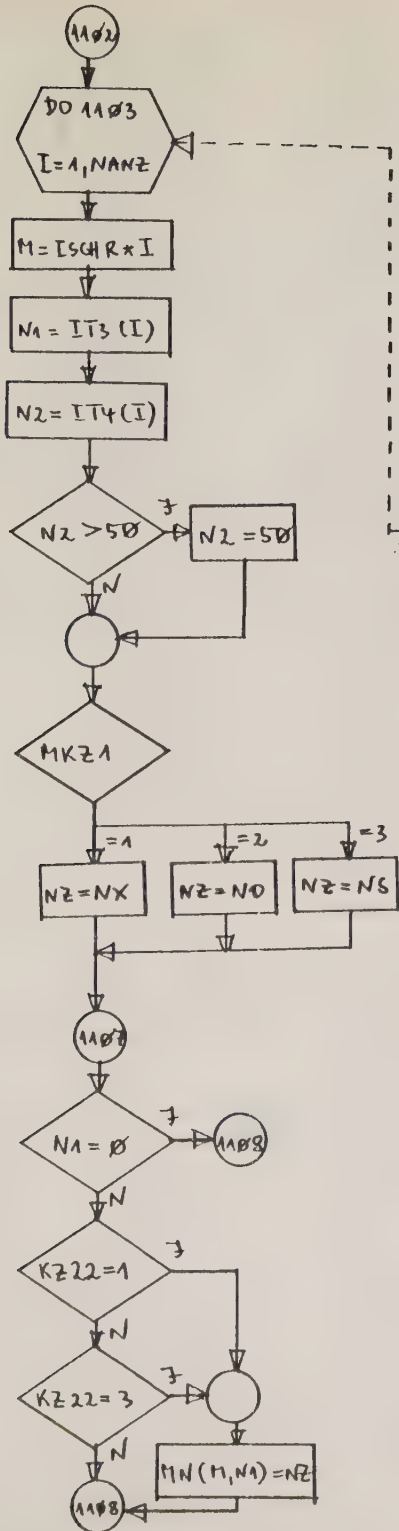


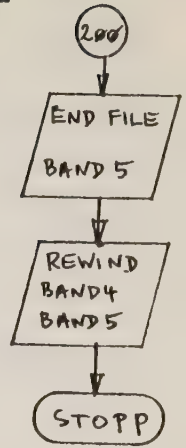
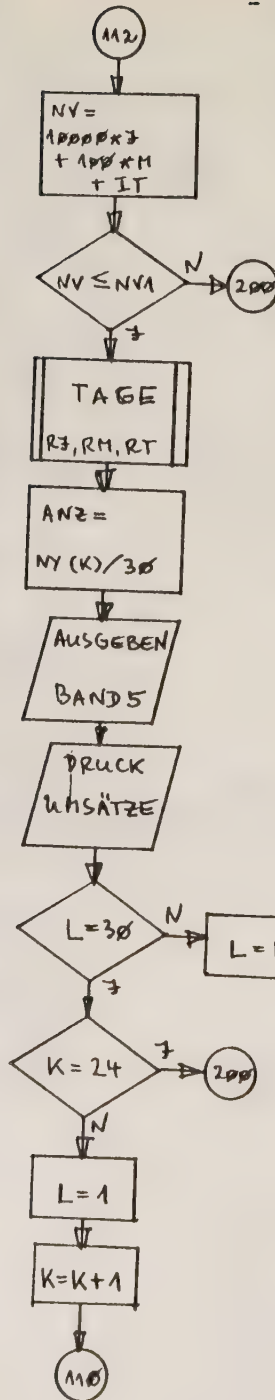
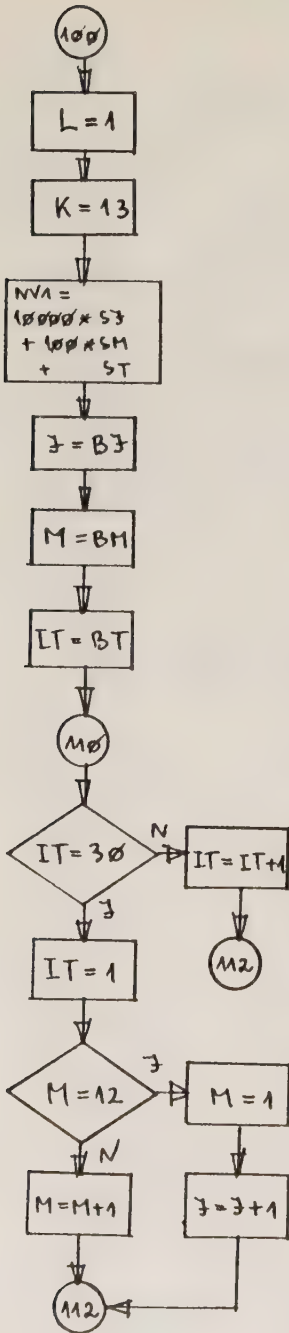




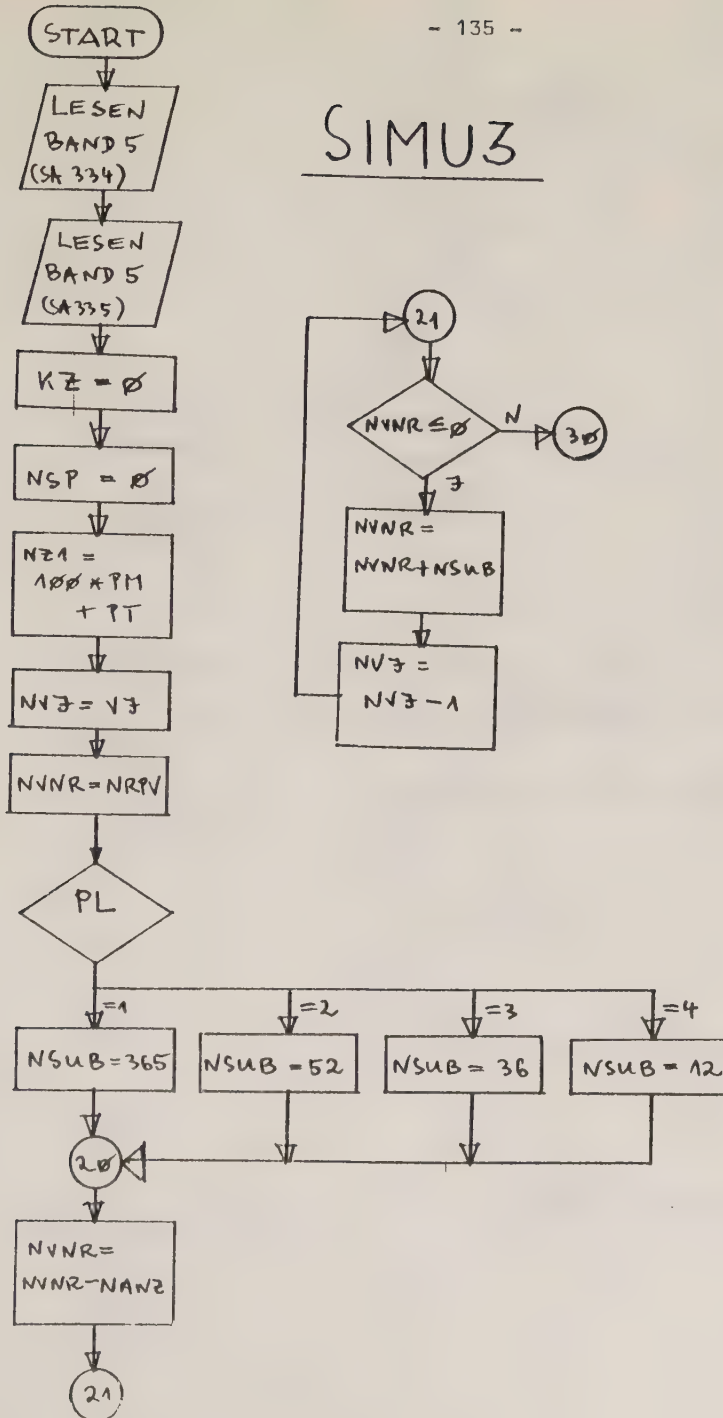


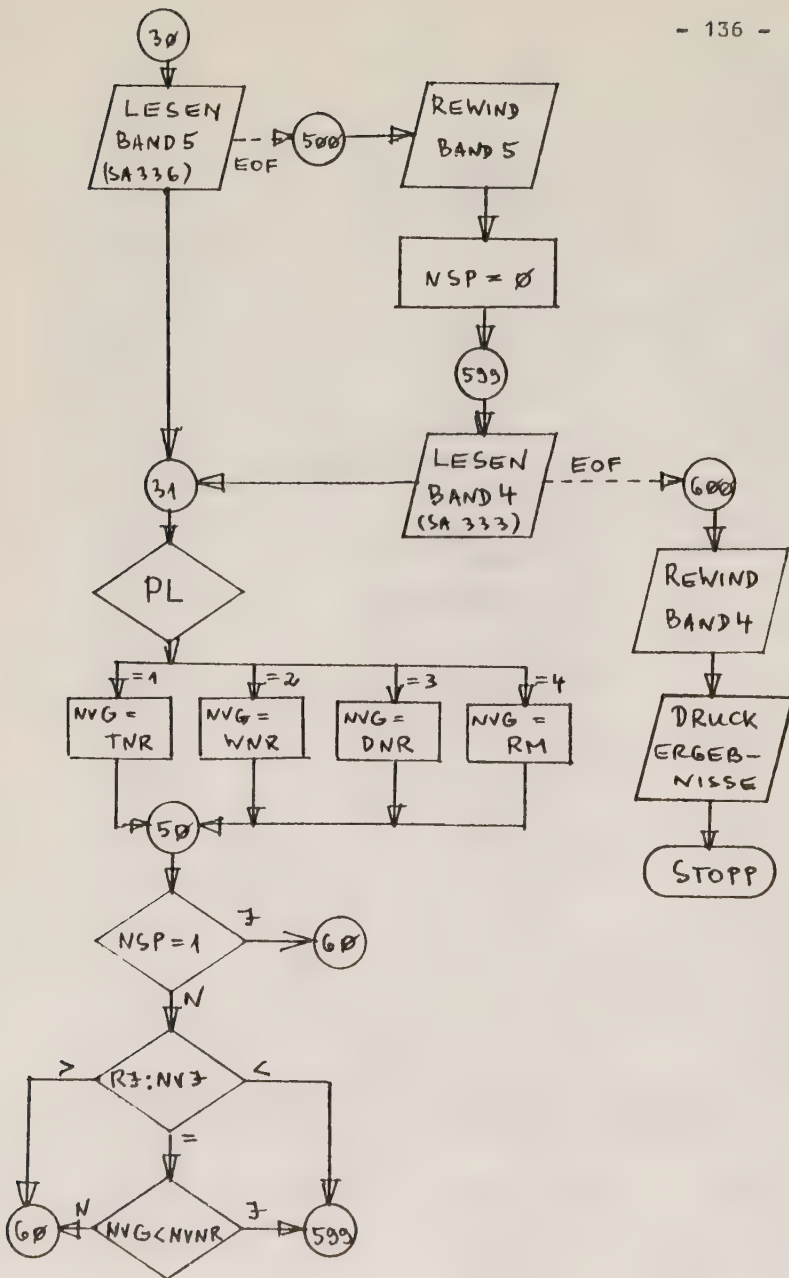


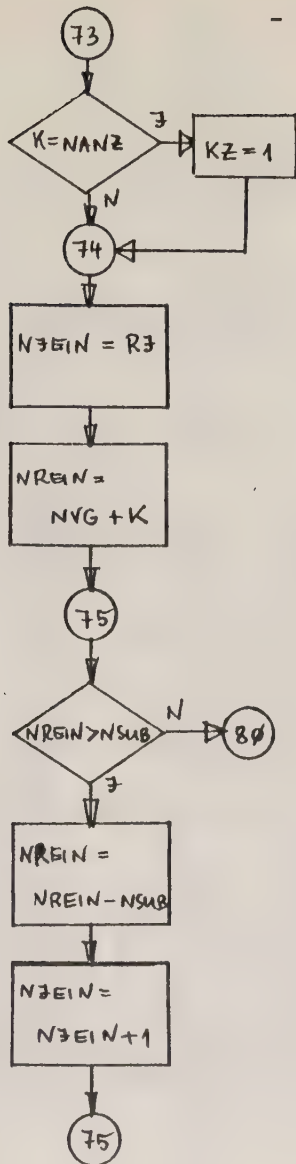
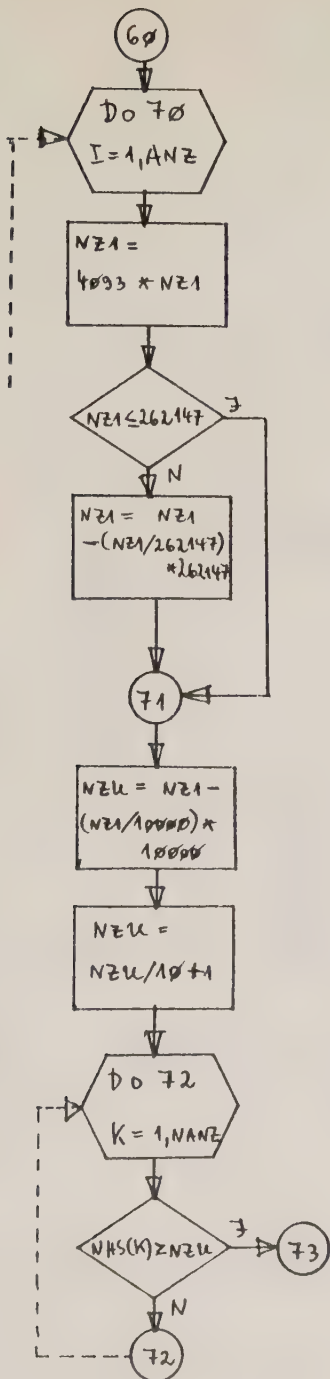


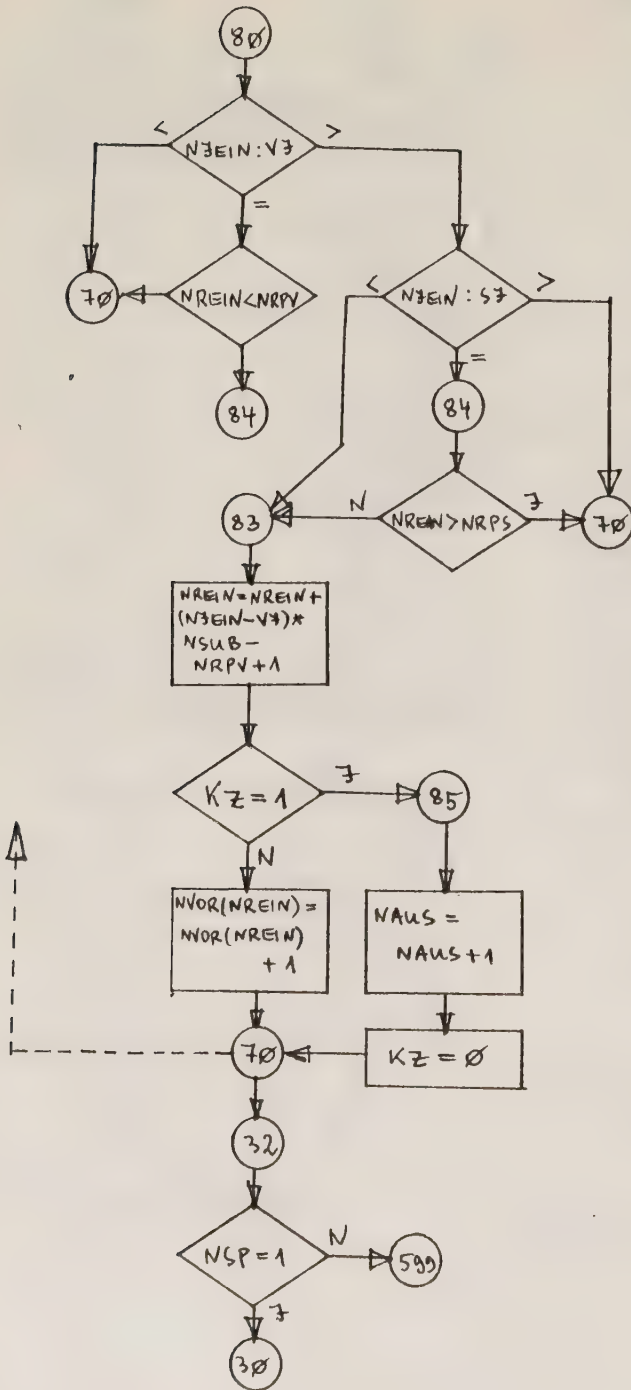


SIMU3









PROGRAMM SIMUL
PROGRAMM ZUR AUFBEREITUNG DER EINGABEDATEN
PARAMETERKARTE

SP-1-3 995
SP-4-9 DATUM (TTMMJJ)
KZ1 (=1, WENN BAND1 VORHANDEN)
SP-11 KZ2 (=1, WENN BAND2 VORHANDEN)
SP-12 KZ3 (=1, WENN BAND3 VORHANDEN)
SP-13-17 HOEHE DES EINHEITSUMSATZES IN DM
SP-18-23 DATUM, AB WANN UMSATZTJE HERANGEZOGEN WERDEN

EINGABE

BAND1 AUSGABE LETZTE PROGNOSE
BAND2 SEIT LETZTER PROGNOSE ERLEDIGTE OFFENE POSTEN
BAND3 OFFENE POSTEN

VERARBEITUNG

ERGÄNZUNG DER DATEN MIT
TAGES-, WOCHEN- UND GERÄDEN-NR.
DIFFERENZEN-
ANZAHL EINHEITSUMSATZTJE
ZÄHLUNGSEINGANGSTERMIN

AUSGABE

BAND4 UMSATZDATEN AB DATUM IN PARAMETERKARTE

INTEGER PT, PM, PJ, PEUMS, UT, UM, UJ
1 RT2, RN2, RJ2, RT3, RM3, RJ3, UMS, UMS1, UMS2, UMS3, EUMS, EUMS1, ANZ, ANZ1,
2 TN2, TN1, MNR, MNR1, DNR, DNR1, ANR, ANR1, ANR2, ANR3, Z1, ZM, ZJ, ZT1, ZM1, ZJ1
3 ZT2, ZM2, ZJ2, TNZ1, TNZ2, TNZ3, MNR2, MNR3, DNR2, DNR3, OT1, OT2, OM1, OM2, OM3
4, OM4, OM5

START

NACH1 = 1
NACH2 = 1
NACH3 = 1

READ 100, PSA, PT, PM, PJ, KZ1, KZ2, KZ3, PEUMS, UT, UM, UJ
KZ11 = KZ1, Z11, Z12, Z13, Z14, Z15, Z16, Z17, Z18, Z19, Z20, Z21, Z22, Z23, Z24, Z25, Z26, Z27, Z28, Z29, Z30, Z31, Z32, Z33, Z34, Z35, Z36, Z37, Z38, Z39, Z40, Z41, Z42, Z43, Z44, Z45, Z46, Z47, Z48, Z49, Z50, Z51, Z52, Z53, Z54, Z55, Z56, Z57, Z58, Z59, Z60, Z61, Z62, Z63, Z64, Z65, Z66, Z67, Z68, Z69, Z70, Z71, Z72, Z73, Z74, Z75, Z76, Z77, Z78, Z79, Z80, Z81, Z82, Z83, Z84, Z85, Z86, Z87, Z88, Z89, Z90, Z91, Z92, Z93, Z94, Z95, Z96, Z97, Z98, Z99, Z100

1 IF(NACH1.NE.1) GO TO 10
READ (11,110,END=11)
IF(KZ1.NE.1) GO TO 11

1 TN2, MNR1, DNR1, ANR1, ZT1, ZM1, ZJ1, TNZ1, MNR2, DNR2, OT1, OM1, OM2, OM3
110 FORMAT(I3, Z15, 6X, Z12, I9, Z13, Z14, Z15, Z16, Z17, Z18, Z19, Z20, Z21, Z22, Z23, Z24, Z25, Z26, Z27, Z28, Z29, Z30, Z31, Z32, Z33, Z34, Z35, Z36, Z37, Z38, Z39, Z40, Z41, Z42, Z43, Z44, Z45, Z46, Z47, Z48, Z49, Z50, Z51, Z52, Z53, Z54, Z55, Z56, Z57, Z58, Z59, Z60, Z61, Z62, Z63, Z64, Z65, Z66, Z67, Z68, Z69, Z70, Z71, Z72, Z73, Z74, Z75, Z76, Z77, Z78, Z79, Z80, Z81, Z82, Z83, Z84, Z85, Z86, Z87, Z88, Z89, Z90, Z91, Z92, Z93, Z94, Z95, Z96, Z97, Z98, Z99, Z100)
GO TO 10

11 RN2 = 9999999
KZ1 = 0

10 IF(NACH2.NE.1) GO TO 12
IF(KZ2.NE.1) GO TO 13

15 READ (12,120,END=13) SA2, KNR2, RN2, RT2, RM2, RJ2, UMS2, ANR2, XT2, ZM2,
1 ZJ2

120 FORMAT(I3, Z15, 6X, Z12, I9, Z13, Z14, Z15, Z16, Z17, Z18, Z19, Z20, Z21, Z22, Z23, Z24, Z25, Z26, Z27, Z28, Z29, Z30, Z31, Z32, Z33, Z34, Z35, Z36, Z37, Z38, Z39, Z40, Z41, Z42, Z43, Z44, Z45, Z46, Z47, Z48, Z49, Z50, Z51, Z52, Z53, Z54, Z55, Z56, Z57, Z58, Z59, Z60, Z61, Z62, Z63, Z64, Z65, Z66, Z67, Z68, Z69, Z70, Z71, Z72, Z73, Z74, Z75, Z76, Z77, Z78, Z79, Z80, Z81, Z82, Z83, Z84, Z85, Z86, Z87, Z88, Z89, Z90, Z91, Z92, Z93, Z94, Z95, Z96, Z97, Z98, Z99, Z100)
GO TO 12

13 RN2 = 9999999
KZ2 = 0

12 IF(NACH3.NE.1) GO TO 2

0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013

0014
0015
0016
0017
0018
0019
0020
0021

0022
0023
0024
0025
0026
0027
0028

```

0059 IF(K23.EQ.1) GO TO 14
0060 16 READ (13,130,END=14) SA3,KNR3,RNR3,RT3,RM3,RJ3,UMS3,ANR3
0061 130 FORMAT(13,2I5,6X,3I2,19,17X,17,22X)
0062 IF(ANR3.LE.0) GO TO 16
0063 RNR3 = RNR3 + RJ3 * 100000
0064 GO TO 2
0065 14 RNR3 = 9599999
0066 KZ3 = 0
0067 2 NACH1 = 0
0068 NACH2 = 0
0069 NACH3 = 0
0070 3040 IF(RNR1.LT.RNR2.AND.RNR1.LT.RNR3) GO TO 20
0071 IF(RNR1.EQ.RNR2.AND.RNR1.LT.RNR3) GO TO 21
0072 IF(RNR1.EQ.RNR3.AND.RNR1.LT.RNR2) GO TO 21
0073 IF(RNR2.LT.RNR1.AND.RNR2.LT.RNR3) GO TO 22
0074 IF(RNR2.EQ.RNR1.AND.RNR2.LT.RNR3) GO TO 23
0075 IF(RNR2.LT.RNR1.AND.RNR2.LT.RNR3) GO TO 24
0076 IF(RNR1.EQ.RNR3.AND.RNR1.LT.RNR2) GO TO 25
0077 END FILE 14
0078 REMIND 14
0079 IF(K211.EQ.1) REMIND 11
0080 IF(K222.EQ.1) REMIND 12
0081 IF(K233.EQ.1) REMIND 13
0082 STOP
0083 20 NACH1 = 1
0084 GO TO 3
0085 21 NACH1 = 1
0086 NACH2 = 1
0087 GO TO 4
0088 22 NACH1 = 1
0089 NACH3 = 1
0090 3 SA = 333
0091 KNR = KNR1
0092 RNR = RNR1 - RJ1 * 100000
0093 RT = RT1
0094 RM = RM1
0095 RJ = RJ1
0096 UMS = UMS1
0097 EUMS = EUMS1
0098 ANZ = ANZ1
0099 TNR = TNR1
0100 WNR = WNR1
0101 DNR = DNR1
0102 ANR = ANR1
0103 ZT = ZT1
0104 ZM = ZM1
0105 ZJ = ZJ1
0106 TNR2 = TNR21
0107 WNR2 = WNR21
0108 DNR2 = DNR21
0109 DT = DT1
0110 DM = DM1
0111 DO = DO1
0112 DM = DM1
0113 GO TO 7
0114 23 NACH2 = 1
0115 GO TO 6
0116 24 NACH2 = 1
0117 NACH3 = 1
0118 6 SA = 333
0119 KNR = KNR2
0120 RNR = RNR2 - RJ2 * 100000
0121 RT = RT2
0122 RM = RM2
0123 RJ = RJ2
0124 UMS = UMS2
0125 EUMS = EUMS2
0126 ANZ = ANZ2
0127 TNR = TNR2
0128 WNR = WNR2
0129 DNR = DNR2
0130 ANR = ANR2
0131 ZT = ZT2
0132 ZM = ZM2
0133 ZJ = ZJ2
0134 TNR2 = TNR22
0135 WNR2 = WNR22
0136 DNR2 = DNR22
0137 DT = DT2
0138 DM = DM2
0139 DO = DO2
0140 DM = DM2
0141 GO TO 7
0142 25 NACH2 = 1
0143 GO TO 6
0144 26 NACH2 = 1
0145 NACH3 = 1
0146 7 SA = 333
0147 KNR = KNR3
0148 RNR = RNR3 - RJ3 * 100000
0149 RT = RT3
0150 RM = RM3
0151 RJ = RJ3
0152 UMS = UMS3
0153 EUMS = EUMS3
0154 ANZ = ANZ3
0155 TNR = TNR3
0156 WNR = WNR3
0157 DNR = DNR3
0158 ANR = ANR3
0159 ZT = ZT3
0160 ZM = ZM3
0161 ZJ = ZJ3
0162 TNR2 = TNR23
0163 WNR2 = WNR23
0164 DNR2 = DNR23
0165 DT = DT3
0166 DM = DM3
0167 DO = DO3
0168 DM = DM3
0169 GO TO 7
0170 27 NACH2 = 1
0171 GO TO 6
0172 28 NACH2 = 1
0173 NACH3 = 1
0174 8 SA = 333
0175 KNR = KNR4
0176 RNR = RNR4 - RJ4 * 100000
0177 RT = RT4
0178 RM = RM4
0179 RJ = RJ4
0180 UMS = UMS4
0181 EUMS = EUMS4
0182 ANZ = ANZ4
0183 TNR = TNR4
0184 WNR = WNR4
0185 DNR = DNR4
0186 ANR = ANR4
0187 ZT = ZT4
0188 ZM = ZM4
0189 ZJ = ZJ4
0190 TNR2 = TNR24
0191 WNR2 = WNR24
0192 DNR2 = DNR24
0193 DT = DT4
0194 DM = DM4
0195 DO = DO4
0196 DM = DM4
0197 GO TO 7
0198 29 NACH2 = 1
0199 GO TO 6
0200 30 NACH2 = 1
0201 NACH3 = 1
0202 9 SA = 333
0203 KNR = KNR5
0204 RNR = RNR5 - RJ5 * 100000
0205 RT = RT5
0206 RM = RM5
0207 RJ = RJ5
0208 UMS = UMS5
0209 EUMS = EUMS5
0210 ANZ = ANZ5
0211 TNR = TNR5
0212 WNR = WNR5
0213 DNR = DNR5
0214 ANR = ANR5
0215 ZT = ZT5
0216 ZM = ZM5
0217 ZJ = ZJ5
0218 TNR2 = TNR25
0219 WNR2 = WNR25
0220 DNR2 = DNR25
0221 DT = DT5
0222 DM = DM5
0223 DO = DO5
0224 DM = DM5
0225 GO TO 7
0226 31 NACH2 = 1
0227 GO TO 6
0228 32 NACH2 = 1
0229 NACH3 = 1
0230 10 SA = 333
0231 KNR = KNR6
0232 RNR = RNR6 - RJ6 * 100000
0233 RT = RT6
0234 RM = RM6
0235 RJ = RJ6
0236 UMS = UMS6
0237 EUMS = EUMS6
0238 ANZ = ANZ6
0239 TNR = TNR6
0240 WNR = WNR6
0241 DNR = DNR6
0242 ANR = ANR6
0243 ZT = ZT6
0244 ZM = ZM6
0245 ZJ = ZJ6
0246 TNR2 = TNR26
0247 WNR2 = WNR26
0248 DNR2 = DNR26
0249 DT = DT6
0250 DM = DM6
0251 DO = DO6
0252 DM = DM6
0253 GO TO 7
0254 33 NACH2 = 1
0255 GO TO 6
0256 34 NACH2 = 1
0257 NACH3 = 1
0258 11 SA = 333
0259 KNR = KNR7
0260 RNR = RNR7 - RJ7 * 100000
0261 RT = RT7
0262 RM = RM7
0263 RJ = RJ7
0264 UMS = UMS7
0265 EUMS = EUMS7
0266 ANZ = ANZ7
0267 TNR = TNR7
0268 WNR = WNR7
0269 DNR = DNR7
0270 ANR = ANR7
0271 ZT = ZT7
0272 ZM = ZM7
0273 ZJ = ZJ7
0274 TNR2 = TNR27
0275 WNR2 = WNR27
0276 DNR2 = DNR27
0277 DT = DT7
0278 DM = DM7
0279 DO = DO7
0280 DM = DM7
0281 GO TO 7
0282 35 NACH2 = 1
0283 GO TO 6
0284 36 NACH2 = 1
0285 NACH3 = 1
0286 12 SA = 333
0287 KNR = KNR8
0288 RNR = RNR8 - RJ8 * 100000
0289 RT = RT8
0290 RM = RM8
0291 RJ = RJ8
0292 UMS = UMS8
0293 EUMS = EUMS8
0294 ANZ = ANZ8
0295 TNR = TNR8
0296 WNR = WNR8
0297 DNR = DNR8
0298 ANR = ANR8
0299 ZT = ZT8
0300 ZM = ZM8
0301 ZJ = ZJ8
0302 TNR2 = TNR28
0303 WNR2 = WNR28
0304 DNR2 = DNR28
0305 DT = DT8
0306 DM = DM8
0307 DO = DO8
0308 DM = DM8
0309 GO TO 7
0310 37 NACH2 = 1
0311 GO TO 6
0312 38 NACH2 = 1
0313 NACH3 = 1
0314 13 SA = 333
0315 KNR = KNR9
0316 RNR = RNR9 - RJ9 * 100000
0317 RT = RT9
0318 RM = RM9
0319 RJ = RJ9
0320 UMS = UMS9
0321 EUMS = EUMS9
0322 ANZ = ANZ9
0323 TNR = TNR9
0324 WNR = WNR9
0325 DNR = DNR9
0326 ANR = ANR9
0327 ZT = ZT9
0328 ZM = ZM9
0329 ZJ = ZJ9
0330 TNR2 = TNR29
0331 WNR2 = WNR29
0332 DNR2 = DNR29
0333 DT = DT9
0334 DM = DM9
0335 DO = DO9
0336 DM = DM9
0337 GO TO 7
0338 39 NACH2 = 1
0339 GO TO 6
0340 40 NACH2 = 1
0341 NACH3 = 1
0342 14 SA = 333
0343 KNR = KNR10
0344 RNR = RNR10 - RJ10 * 100000
0345 RT = RT10
0346 RM = RM10
0347 RJ = RJ10
0348 UMS = UMS10
0349 EUMS = EUMS10
0350 ANZ = ANZ10
0351 TNR = TNR10
0352 WNR = WNR10
0353 DNR = DNR10
0354 ANR = ANR10
0355 ZT = ZT10
0356 ZM = ZM10
0357 ZJ = ZJ10
0358 TNR2 = TNR210
0359 WNR2 = WNR210
0360 DNR2 = DNR210
0361 DT = DT10
0362 DM = DM10
0363 DO = DO10
0364 DM = DM10
0365 GO TO 7
0366 41 NACH2 = 1
0367 GO TO 6
0368 42 NACH2 = 1
0369 NACH3 = 1
0370 15 SA = 333
0371 KNR = KNR11
0372 RNR = RNR11 - RJ11 * 100000
0373 RT = RT11
0374 RM = RM11
0375 RJ = RJ11
0376 UMS = UMS11
0377 EUMS = EUMS11
0378 ANZ = ANZ11
0379 TNR = TNR11
0380 WNR = WNR11
0381 DNR = DNR11
0382 ANR = ANR11
0383 ZT = ZT11
0384 ZM = ZM11
0385 ZJ = ZJ11
0386 TNR2 = TNR211
0387 WNR2 = WNR211
0388 DNR2 = DNR211
0389 DT = DT11
0390 DM = DM11
0391 DO = DO11
0392 DM = DM11
0393 GO TO 7
0394 43 NACH2 = 1
0395 GO TO 6
0396 44 NACH2 = 1
0397 NACH3 = 1
0398 16 SA = 333
0399 KNR = KNR12
0400 RNR = RNR12 - RJ12 * 100000
0401 RT = RT12
0402 RM = RM12
0403 RJ = RJ12
0404 UMS = UMS12
0405 EUMS = EUMS12
0406 ANZ = ANZ12
0407 TNR = TNR12
0408 WNR = WNR12
0409 DNR = DNR12
0410 ANR = ANR12
0411 ZT = ZT12
0412 ZM = ZM12
0413 ZJ = ZJ12
0414 TNR2 = TNR212
0415 WNR2 = WNR212
0416 DNR2 = DNR212
0417 DT = DT12
0418 DM = DM12
0419 DO = DO12
0420 DM = DM12
0421 GO TO 7
0422 45 NACH2 = 1
0423 GO TO 6
0424 46 NACH2 = 1
0425 NACH3 = 1
0426 17 SA = 333
0427 KNR = KNR13
0428 RNR = RNR13 - RJ13 * 100000
0429 RT = RT13
0430 RM = RM13
0431 RJ = RJ13
0432 UMS = UMS13
0433 EUMS = EUMS13
0434 ANZ = ANZ13
0435 TNR = TNR13
0436 WNR = WNR13
0437 DNR = DNR13
0438 ANR = ANR13
0439 ZT = ZT13
0440 ZM = ZM13
0441 ZJ = ZJ13
0442 TNR2 = TNR213
0443 WNR2 = WNR213
0444 DNR2 = DNR213
0445 DT = DT13
0446 DM = DM13
0447 DO = DO13
0448 DM = DM13
0449 GO TO 7
0450 47 NACH2 = 1
0451 GO TO 6
0452 48 NACH2 = 1
0453 NACH3 = 1
0454 18 SA = 333
0455 KNR = KNR14
0456 RNR = RNR14 - RJ14 * 100000
0457 RT = RT14
0458 RM = RM14
0459 RJ = RJ14
0460 UMS = UMS14
0461 EUMS = EUMS14
0462 ANZ = ANZ14
0463 TNR = TNR14
0464 WNR = WNR14
0465 DNR = DNR14
0466 ANR = ANR14
0467 ZT = ZT14
0468 ZM = ZM14
0469 ZJ = ZJ14
0470 TNR2 = TNR214
0471 WNR2 = WNR214
0472 DNR2 = DNR214
0473 DT = DT14
0474 DM = DM14
0475 DO = DO14
0476 DM = DM14
0477 GO TO 7
0478 49 NACH2 = 1
0479 GO TO 6
0480 50 NACH2 = 1
0481 NACH3 = 1
0482 19 SA = 333
0483 KNR = KNR15
0484 RNR = RNR15 - RJ15 * 100000
0485 RT = RT15
0486 RM = RM15
0487 RJ = RJ15
0488 UMS = UMS15
0489 EUMS = EUMS15
0490 ANZ = ANZ15
0491 TNR = TNR15
0492 WNR = WNR15
0493 DNR = DNR15
0494 ANR = ANR15
0495 ZT = ZT15
0496 ZM = ZM15
0497 ZJ = ZJ15
0498 TNR2 = TNR215
0499 WNR2 = WNR215
0500 DNR2 = DNR215
0501 DT = DT15
0502 DM = DM15
0503 DO = DO15
0504 DM = DM15
0505 GO TO 7
0506 51 NACH2 = 1
0507 GO TO 6
0508 52 NACH2 = 1
0509 NACH3 = 1
0510 20 SA = 333
0511 KNR = KNR16
0512 RNR = RNR16 - RJ16 * 100000
0513 RT = RT16
0514 RM = RM16
0515 RJ = RJ16
0516 UMS = UMS16
0517 EUMS = EUMS16
0518 ANZ = ANZ16
0519 TNR = TNR16
0520 WNR = WNR16
0521 DNR = DNR16
0522 ANR = ANR16
0523 ZT = ZT16
0524 ZM = ZM16
0525 ZJ = ZJ16
0526 TNR2 = TNR216
0527 WNR2 = WNR216
0528 DNR2 = DNR216
0529 DT = DT16
0530 DM = DM16
0531 DO = DO16
0532 DM = DM16
0533 GO TO 7
0534 53 NACH2 = 1
0535 GO TO 6
0536 54 NACH2 = 1
0537 NACH3 = 1
0538 21 SA = 333
0539 KNR = KNR17
0540 RNR = RNR17 - RJ17 * 100000
0541 RT = RT17
0542 RM = RM17
0543 RJ = RJ17
0544 UMS = UMS17
0545 EUMS = EUMS17
0546 ANZ = ANZ17
0547 TNR = TNR17
0548 WNR = WNR17
0549 DNR = DNR17
0550 ANR = ANR17
0551 ZT = ZT17
0552 ZM = ZM17
0553 ZJ = ZJ17
0554 TNR2 = TNR217
0555 WNR2 = WNR217
0556 DNR2 = DNR217
0557 DT = DT17
0558 DM = DM17
0559 DO = DO17
0560 DM = DM17
0561 GO TO 7
0562 55 NACH2 = 1
0563 GO TO 6
0564 56 NACH2 = 1
0565 NACH3 = 1
0566 22 SA = 333
0567 KNR = KNR18
0568 RNR = RNR18 - RJ18 * 100000
0569 RT = RT18
0570 RM = RM18
0571 RJ = RJ18
0572 UMS = UMS18
0573 EUMS = EUMS18
0574 ANZ = ANZ18
0575 TNR = TNR18
0576 WNR = WNR18
0577 DNR = DNR18
0578 ANR = ANR18
0579 ZT = ZT18
0580 ZM = ZM18
0581 ZJ = ZJ18
0582 TNR2 = TNR218
0583 WNR2 = WNR218
0584 DNR2 = DNR218
0585 DT = DT18
0586 DM = DM18
0587 DO = DO18
0588 DM = DM18
0589 GO TO 7
0590 57 NACH2 = 1
0591 GO TO 6
0592 58 NACH2 = 1
0593 NACH3 = 1
0594 23 SA = 333
0595 KNR = KNR19
0596 RNR = RNR19 - RJ19 * 100000
0597 RT = RT19
0598 RM = RM19
0599 RJ = RJ19
0600 UMS = UMS19
0601 EUMS = EUMS19
0602 ANZ = ANZ19
0603 TNR = TNR19
0604 WNR = WNR19
0605 DNR = DNR19
0606 ANR = ANR19
0607 ZT = ZT19
0608 ZM = ZM19
0609 ZJ = ZJ19
0610 TNR2 = TNR219
0611 WNR2 = WNR219
0612 DNR2 = DNR219
0613 DT = DT19
0614 DM = DM19
0615 DO = DO19
0616 DM = DM19
0617 GO TO 7
0618 59 NACH2 = 1
0619 GO TO 6
0620 60 NACH2 = 1
0621 NACH3 = 1
0622 24 SA = 333
0623 KNR = KNR20
0624 RNR = RNR20 - RJ20 * 100000
0625 RT = RT20
0626 RM = RM20
0627 RJ = RJ20
0628 UMS = UMS20
0629 EUMS = EUMS20
0630 ANZ = ANZ20
0631 TNR = TNR20
0632 WNR = WNR20
0633 DNR = DNR20
0634 ANR = ANR20
0635 ZT = ZT20
0636 ZM = ZM20
0637 ZJ = ZJ20
0638 TNR2 = TNR220
0639 WNR2 = WNR220
0640 DNR2 = DNR220
0641 DT = DT20
0642 DM = DM20
0643 DO = DO20
0644 DM = DM20
0645 GO TO 7
0646 61 NACH2 = 1
0647 GO TO 6
0648 62 NACH2 = 1
0649 NACH3 = 1
0650 25 SA = 333
0651 KNR = KNR21
0652 RNR = RNR21 - RJ21 * 100000
0653 RT = RT21
0654 RM = RM21
0655 RJ = RJ21
0656 UMS = UMS21
0657 EUMS = EUMS21
0658 ANZ = ANZ21
0659 TNR = TNR21
0660 WNR = WNR21
0661 DNR = DNR21
0662 ANR = ANR21
0663 ZT = ZT21
0664 ZM = ZM21
0665 ZJ = ZJ21
0666 TNR2 = TNR221
0667 WNR2 = WNR221
0668 DNR2 = DNR221
0669 DT = DT21
0670 DM = DM21
0671 DO = DO21
0672 DM = DM21
0673 GO TO 7
0674 63 NACH2 = 1
0675 GO TO 6
0676 64 NACH2 = 1
0677 NACH3 = 1
0678 26 SA = 333
0679 KNR = KNR22
0680 RNR = RNR22 - RJ22 * 100000
0681 RT = RT22
0682 RM = RM22
0683 RJ = RJ22
0684 UMS = UMS22
0685 EUMS = EUMS22
0686 ANZ = ANZ22
0687 TNR = TNR22
0688 WNR = WNR22
0689 DNR = DNR22
0690 ANR = ANR22
0691 ZT = ZT22
0692 ZM = ZM22
0693 ZJ = ZJ22
0694 TNR2 = TNR222
0695 WNR2 = WNR222
0696 DNR2 = DNR222
0697 DT = DT22
0698 DM = DM22
0699 DO = DO22
0700 DM = DM22
0701 GO TO 7
0702 65 NACH2 = 1
0703 GO TO 6
0704 66 NACH2 = 1
0705 NACH3 = 1
0706 27 SA = 333
0707 KNR = KNR23
0708 RNR = RNR23 - RJ23 * 100000
0709 RT = RT23
0710 RM = RM23
0711 RJ = RJ23
0712 UMS = UMS23
0713 EUMS = EUMS23
0714 ANZ = ANZ23
0715 TNR = TNR23
0716 WNR = WNR23
0717 DNR = DNR23
0718 ANR = ANR23
0719 ZT = ZT23
0720 ZM = ZM23
0721 ZJ = ZJ23
0722 TNR2 = TNR223
0723 WNR2 = WNR223
0724 DNR2 = DNR223
0725 DT = DT23
0726 DM = DM23
0727 DO = DO23
0728 DM = DM23
0729 GO TO 7
0730 67 NACH2 = 1
0731 GO TO 6
0732 68 NACH2 = 1
0733 NACH3 = 1
0734 28 SA = 333
0735 KNR = KNR24
0736 RNR = RNR24 - RJ24 * 100000
0737 RT = RT24
0738 RM = RM24
0739 RJ = RJ24
0740 UMS = UMS24
0741 EUMS = EUMS24
0742 ANZ = ANZ24
0743 TNR = TNR24
0744 WNR = WNR24
0745 DNR = DNR24
0746 ANR = ANR24
0747 ZT = ZT24
0748 ZM = ZM24
0749 ZJ = ZJ24
0750 TNR2 = TNR224
0751 WNR2 = WNR224
0752 DNR2 = DNR224
0753 DT = DT24
0754 DM = DM24
0755 DO = DO24
0756 DM = DM24
0757 GO TO 7
0758 69 NACH2 = 1
0759 GO TO 6
0760 70 NACH2 = 1
0761 NACH3 = 1
0762 29 SA = 333
0763 KNR = KNR25
0764 RNR = RNR25 - RJ25 * 100000
0765 RT = RT25
0766 RM = RM25
0767 RJ = RJ25
0768 UMS = UMS25
0769 EUMS = EUMS25
0770 ANZ = ANZ25
0771 TNR = TNR25
0772 WNR = WNR25
0773 DNR = DNR25
0774 ANR = ANR25
0775 ZT = ZT25
0776 ZM = ZM25
0777 ZJ = ZJ25
0778 TNR2 = TNR225
0779 WNR2 = WNR225
0780 DNR2 = DNR225
0781 DT = DT25
0782 DM = DM25
0783 DO = DO25
0784 DM = DM25
0785 GO TO 7
0786 71 NACH2 = 1
0787 GO TO 6
0788 72 NACH2 = 1
0789 NACH3 = 1
0790 30 SA = 333
0791 KNR = KNR26
0792 RNR = RNR26 - RJ26 * 100000
0793 RT = RT26
0794 RM = RM26
0795 RJ = RJ26
0796 UMS = UMS26
0797 EUMS = EUMS26
0798 ANZ = ANZ26
0799 TNR = TNR26
0800 WNR = WNR26
0801 DNR = DNR26
0802 ANR = ANR26
0803 ZT = ZT26
0804 ZM = ZM26
0805 ZJ = ZJ26
0806 TNR2 = TNR226
0807 WNR2 = WNR226
0808 DNR2 = DNR226
0809 DT = DT26
0810 DM = DM26
0811 DO = DO26
0812 DM = DM26
0813 GO TO 7
0814 73 NACH2 = 1
0815 GO TO 6
0816 74 NACH2 = 1
0817 NACH3 = 1
0818 31 SA = 333
0819 KNR = KNR27
0820 RNR = RNR27 - RJ27 * 100000
0821 RT = RT27
0822 RM = RM27
0823 RJ = RJ27
0824 UMS = UMS27
0825 EUMS = EUMS27
0826 ANZ = ANZ27
0827 TNR = TNR27
0828 WNR = WNR27
0829 DNR = DNR27
0830 ANR = ANR27
0831 ZT = ZT27
0832 ZM = ZM27
0833 ZJ = ZJ27
0834 TNR2 = TNR227
0835 WNR2 = WNR227
0836 DNR2 = DNR227
0837 DT = DT27
0838 DM = DM27
0839 DO = DO27
0840 DM = DM27
0841 GO TO 7
0842 75 NACH2 = 1
0843 GO TO 6
0844 76 NACH2 = 1
0845 NACH3 = 1
0846 32 SA = 333
0847 KNR = KNR28
0848 RNR = RNR28 - RJ28 * 100000
0849 RT = RT28
0850 RM = RM28
0851 RJ = RJ28
0852 UMS = UMS28
0853 EUMS = EUMS28
0854 ANZ = ANZ28
0855 TNR = TNR28
0856 WNR = WNR28
0857 DNR = DNR28
0858 ANR = ANR28
0859 ZT = ZT28
0860 ZM = ZM28
0861 ZJ = ZJ28
0862 TNR2 = TNR228
0863 WNR2 = WNR228
0864 DNR2 = DNR228
0865 DT = DT28
0866 DM = DM28
0867 DO = DO28
0868 DM = DM28
0869 GO TO 7
0870 77 NACH2 = 1
0871 GO TO 6
0872 78 NACH2 = 1
0873 NACH3 = 1
0874 33 SA = 333
0875 KNR = KNR29
0876 RNR = RNR29 - RJ29 * 100000
0877 RT = RT29
0878 RM = RM29
0879 RJ = RJ29
0880 UMS = UMS29
0881 EUMS = EUMS29
0882 ANZ = ANZ29
0883 TNR = TNR29
0884 WNR = WNR29
0885 DNR = DNR29
0886 ANR = ANR29
0887 ZT = ZT29
0888 ZM = ZM29
0889 ZJ = ZJ29
0890 TNR2 = TNR229
0891 WNR2 = WNR229
0892 DNR2 = DNR229
0893 DT = DT29
0894 DM = DM29
0895 DO = DO29
0896 DM = DM29
0897 GO TO 7
0898 79 NACH2 = 1
0899 GO TO 6
0900 80 NACH2 = 1
0901 NACH3 = 1
0902 34 SA = 333
0903 KNR = KNR30
0904 RNR = RNR30 - RJ30 * 100000
0905 RT = RT30
0906 RM = RM30
0907 RJ = RJ30
0908 UMS = UMS30
0909 EUMS = EUMS30
0910 ANZ = ANZ30
0911 TNR = TNR30
0912 WNR = WNR30
0913 DNR = DNR30
0914 ANR = ANR30
0915 ZT = ZT30
0916 ZM = ZM30
0917 ZJ = ZJ30
0918 TNR2 = TNR230
0919 WNR2 = WNR230
0920 DNR2 = DNR230
0921 DT = DT30
0922 DM = DM30
0923 DO = DO30
0924 DM = DM30
0925 GO TO 7
0926 81 NACH2 = 1
0927 GO TO 6
0928 82 NACH2 = 1
0929 NACH3 = 1
0930 35 SA = 333
0931 KNR = KNR31
0932 RNR = RNR31 - RJ31 * 100000
0933 RT = RT31
0934 RM = RM31
0935 RJ = RJ31
0936 UMS = UMS31
0937 EUMS = EUMS31
0938 ANZ = ANZ31
0939 TNR = TNR31
0940 WNR = WNR31
0941 DNR = DNR31
0942 ANR = ANR31
0943 ZT = ZT31
0944 ZM = ZM31
0945 ZJ = ZJ31
0946 TNR2 = TNR231
0947 WNR2 = WNR231
0948 DNR2 = DNR231
0949 DT = DT31
0950 DM = DM31
0951 DO = DO31
0952 DM = DM31
0953 GO TO 7
0954 83 NACH2 = 1
0955 GO TO 6
0956 84 NACH2 = 1
0957 NACH3 = 1
0958 36 SA = 333
0959 KNR = KNR32
0960 RNR = RNR32 - RJ32 * 100000
0961 RT = RT32
0962 RM = RM32
0963 RJ = RJ32
0964 UMS = UMS32
0965 EUMS = EUMS32
0966 ANZ = ANZ32
0967 TNR = TNR32
0968 WNR = WNR32
0969 DNR = DNR32
0970 ANR = ANR32
0971 ZT = ZT32
0972 ZM = ZM32
0973 ZJ = ZJ32
0974 TNR2 = TNR232
0975 WNR2 = WNR232
0976 DNR2 = DNR232
0977 DT = DT32
0978 DM = DM32
0979 DO = DO32
0980 DM = DM32
0981 GO TO 7
0982 85 NACH2 = 1
0983 GO TO 6
0984 86 NACH2 = 1
0985 NACH3 = 1
0986 37 SA = 333
0987 KNR = KNR33
0988 RNR = RNR33 - RJ33 * 100000
0989 RT = RT33
0990 RM = RM33
0991 RJ = RJ33
0992 UMS = UMS33
0993 EUMS = EUMS33
0994 ANZ = ANZ33
0995 TNR = TNR33
0996 WNR = WNR33
0997 DNR = DNR33
0998 ANR = ANR33
0999 ZT = ZT33
1000 ZM = ZM33
1001 ZJ = ZJ33
1002 TNR2 = TNR233
1003 WNR2 = WNR233
1004 DNR2 = DNR233
1005 DT = DT33
1006 DM = DM33
1007 DO = DO33
1008 DM = DM33
1009 GO TO 7
1010 87 NACH2 = 1
1011 GO TO 6
1012 88 NACH2 = 1
1013 NACH3 = 1
1014 38 SA = 333
1015 KNR = KNR34
1016 RNR = RNR34 - RJ34 * 100000
1017 RT = RT34
1018 RM = RM34
1019 RJ = RJ34
1020 UMS = UMS34
1021 EUMS = EUMS34
1022 ANZ = ANZ34
1023 TNR = TNR34
1024 WNR = WNR34
1025 DNR = DNR34
1026 ANR = ANR34
1027 ZT = ZT34
1028 ZM = ZM34
1029 ZJ = ZJ34
1030 TNR2 = TNR234
1031 WNR2 = WNR234
1032 DNR2 = DNR234
1033 DT = DT34
1034 DM = DM34
1035 DO = DO34
1036 DM = DM34
1037 GO TO 7
1038 89 NACH2 = 1
1039 GO TO 6
1040 90 NACH2 = 1
1041 NACH3 = 1
1042 39 SA = 333
1043 KNR = KNR35
1044 RNR = RNR35 - RJ35 * 100000
1045 RT = RT35
1046 RM = RM35
1047 RJ = RJ35
1048 UMS = UMS35
1049 EUMS = EUMS35
1050 ANZ = ANZ35
1051 TNR = TNR35
1052 WNR = WNR35
1053 DNR = DNR35
1054 ANR = ANR35
1055 ZT = ZT35
1056 ZM = ZM35
1057 ZJ = ZJ35
1058 TNR2 = TNR235
1059 WNR2 = WNR235
1060 DNR2 = DNR235
1061 DT = DT35
106
```

```

0053 RJ = RJ2
0054 UMS = UMS2
0055 ANR = ANR2
0056 ZT = ZT2
0057 ZM = ZM2
0058 ZJ = ZJ2
0059 GO TO 71
0060 25 NACH3 = 1
0061 SA = 333
0062 KNR = KNR3
0063 RNP = ANR3 - RJ3 * 100000
0064 RT = RT3
0065 RM = RM3
0066 RJ = RJ3
0067 UMS = UMS3
0068 ANR = ANR3
0069 GO TO 72
0070 26 NACH1 = 1
0071 NACH2 = 1
0072 NACH3 = 1
0073 SA = 333
0074 KNR = KNR1
0075 RNP = ANR1 - RJ1 * 100000
0076 RT = RT1
0077 RM = RM1
0078 RJ = RJ1
0079 UMS = UMS1
0080 EUMS = EUMS1
0081 ANZ = ANZ1
0082 TNR = TNR1
0083 HNR = HNR1
0084 DNR = DNR1
0085 ANR = ANR1
0086 ZT = ZT2
0087 ZM = ZM2
0088 ZJ = ZJ2
0089 70 HNR2 = 0
0090 TNR2 = 0
0091 DNR2 = 0
0092 DT = 0
0093 DW = 0
0094 DD = 0
0095 DM = 0
0096 GO TO 7
0097 71 EUMS = 0
0098 ANZ = 0
0099 TNR = 0
0100 HNR = 0
0101 DNR = 0
0102 GO TO 70
0103 72 ZT = 0
0104 ZM = 0
0105 ZJ = 0
0106 GO TO 71
0107 7 IF (RT * 100 * RM * 10000 * RJ) - LT * (UT * 100 * UM * 10000 * UJ) GO TO 1
0108 IF (EUMS * EQ * 0) GO TO 8
0109 IF (EUMS * NE * PEUMS) GO TO 8
0110 GO TO 5
0111 8 EUMS = PEUMS
0112 ANZ = {UMS EUMS/2}/EUMS
0113 5 IF (TNR * NE * 0) GO TO 30
0114 CALL TAGE (RT, RM, RJ, TNR, HNR, DNR)
0115 30 IF (HNR * ZONE * 0) GO TO 31
0116 IF (ZT - EQ * 0) GO TO 31

```

	FORTRAN IV	MAINPCB	DATE	26/10/78	TIME	11.31.40	PAGE	0004
0157		CALL TAGE (ZT,ZM,ZJ,TNRZ,MNRZ,DNRZ)						
0158		DT = 365*(ZJ-RJ) + TNRZ - TNR						
0159		IF (DT.LT.0) GO TO 1						
0160		DM = 52*(ZJ-RJ) + MNRZ - MNR						
0161		DD = 36*(ZJ-RJ) + DNRZ - DNR						
0162		DD = 12*(ZJ-RJ) + ZM - RM						
0163		31 WRITE (1,140) SA,KNR,RNR,RT,RM,RJ,UMS,EUMS,ANZ,TNR,MNR,DNR,ANR,						
0164		17,ZM,ZJ,TNRZ,MNRZ,DNRZ,DT,DM,DD,DM						
0165		140 FORMAT(13,2I5,6X,3I2,19,2I5,13,2I2,17,13X,3I2,13,2I2,13,3I2,6X)						
0166		GO TO 1						
		END						

	FORTRAN IV	TAGE	DATE	26/10/78	TIME	11.32.30	PAGE	0001
0001	C	SUBROUTINE TAGE (IT, IM, IJ, NRTAG, NRWOC, NRDEK)						
	C	DIESES UNTERPROGRAMM ERMITTELT UNTER BERUECKSICHTIGUNG VON						
	C	SCHALTJAHREN DIE TAGESNUMMER, DIE WOCHENUMMER UND DIE DEKADE						
	C	INNERHALB EINES JAHRES UND IST GUELTIG VON 1971 BIS 1990.						
0002		DIMENSION JTAB(26), JADD(20)						
0003		DATA JTAB/0,31,59,90,120,151,181,212,243,273,304,334,0,31,60,91,						
		121,152,182,213,244,274,305,335/, JADD/10,11,6,7,8,9,11,12,6,7,9,						
0004		210,11,12,7,8,9,10,11,6,						
0005		IF(IT-EQ-31) GO TO 200						
		NRDEK = IT - 1						
		GO TO 201						
0006		200 NRDEK = IT - 2						
0007		201 NRDEK = 1 + NRDEK/10 + (IM-1)* 3						
0008		I2 = IJ/4						
0009		I1 = I2*4						
0010		IF(IJ-EQ-I1) GO TO 202						
0011		J = IM						
0012		GO TO 203						
0013		202 J = IM + 12						
0014		203 NRTAG = JTAB(J) + IT						
0015		NRWOC = NRTAG + JADD(IJ-70)						
0016		NRWOC = NRWOC/7						
0017		RETURN						
0018		END						
0019								

PROGRAMM SIMU2

PROGRAMM ZUR AUFBEHEITUNG WEITERER DATEN
ZUR ERSTELLUNG DER HAEUFIGKEITSVERTEILUNG
ZUR ERZEUGUNG VON UMSAETZEN

PARAMETERKARTE

SP-1 - 3 998
SP-4 - 9 DATUM (TTMMJJ)
SP-10 - 15 UMSAETZE VORHANDEN
SP-16 PLILAEHNE PROGNOSEZEITRAUMJ 1 = TAGE
2 = WOCHEN
3 = DEKADE
4 = MONATE
SP-17 - 22 DATUM BEGINN PROGNOSEZEITRAUM
SP-23 - 28 DATUM SCHLUSS PROGNOSEZEITRAUM
SP-29 - 34 DATUM ANFANG FUER HAEUFIGKEITSVERTEILUNG
SP-35 - 40 DATUM ENDE FUER HAEUFIGKEITSVERTEILUNG
SP-41 - 42 ANZAHL MONAT FUER KORRELATION WENN WENIGER ALS 12)

EINGABE

BAND4 AUSGABE AUS SIMU1

VERARBEITUNG

SIEHE PROGRAMMVERGABE

AUSGABE

BAND5 VERSCHIEDENE DATEN (FUER PROGRAMM SIMU3)
UND GENERIERTE UMSAETZE
LISTE PROCTOKOLL

INTEGER BT,BM,BJ,PT,PM,PJ,ANZ,AT,AM,AJ,ET,EM,EJ,PL,PSA,PT,PM,PJ,
1NVRZ,DNRZ,DT,DM,DD,DM,XT1,XT2
INTEGER#2 MN(120,50),IT3(120),IT4(120)
INTEGER#2 NS(23552)/NB/16384/
DIMENSION NX(124),NY(124),NH(200),F(12),NHS(200),NH1(200),TAB(120),
1UT(12)
DATA NV/24*0/,NH/200*0/,NHSUM/0/,SY/0.0/,SXX/0.0/,SKY/0.0/,SX/0.0/
DATA MN/600*16384/,NHS/120*0/
DATA IT1,TAG //,IT2//E //,IM1//HDC //,IN2//HE //,
1 ID1//DEK //,ID2//ADE //,IM1//MON //,IN2//ATE //

C

1 READ I,PSA,PT,PM,PJ,BT,BM,BJ,PL,VT,VM,VJ,ST,SM,SJ,AT,AM,AJ,ET,EM,
1EJ,NANZ,KZ1
1 FORMAT(I3,6I2,11,12I2,12,37X,11)
10 CALL TAGE(PT,PM,PJ,NP1,NP2,NP3)
CALL TAGE(PT,PM,PJ,NB1,NB2,NB3)
CALL TAGE(PT,PM,PJ,NV1,NV2,NV3)
CALL TAGE(PT,PM,PJ,NS1,NS2,NS3)
IF(PL-LT,1-OR,PL-GT,4) PL = 2
GO TO (1,12,13,14),PL
11 NFPP = NP1
11 NFPP = NB1
11 NFPP = NV1
NRPS = NS1
GO TO 15
12 NFPP = NP2
NRPB = NB2
NRPV = NV2
NRPS = NS2
GO TO 15

0001

0002

0003

0004

0005

0006

0007

0008

0009

0010

0011

0012

0013

0014

0015

0016

0017

0018

0019

0020

0021

0022

0023

0024

0025

```

0027 NRPB = NB3
0028 NRPV = NV3
0029 NRPS = NS3
0030 GO TO 15
0031 14 NPPP = PM
0032 NRPB = BM
0033 NRPV = VM
0034 NRPS = SM
0035 15 GO TO 20
0036 20 J = BJ - 1
0037 M = BM
0038 IT = BT
0039 IF(PL.EQ.4) IT = 31
0040 NV = 10000 * J + 100 * M + IT
0041 DO 25 I = 1,24
0042 IF (M - 12) 26,27,26
0043 26 M = M + 1
0044 GO TO 28
0045 27 M = 1
0046 J = J+1
0047 28 NX(1) = 10000 * J + 100 * M + IT
0048 29 CONTINUE
0049 NA = 10000 * AJ + 100 * AM + AT
0050 NE = 10000 * EJ + 100 * EM + ET
0051 30 I = 14,31,END=50) SA,KNR,RNR,RT,RM,RJ,UMS,EUMS,ANZ,TNR,RNR,DNR,
0052 31 FORNAT(12,25,6X,312,19,215,13,212,17,13X,312,13,212,13,312,6X)
0053 31 FORNAT(12,25,6X,312,19,215,13,212,17,13X,312,13,212,13,312,6X)
0054 IF(NV,1E-NV) GO TO 41
0055 DO 40 I = 1,12
0056 IF(NV,1E-NV) GO TO 41
0057 NY(1) = NY(1) + ANZ
0058 GO TO 41
0059 40 CONTINUE
0060 41 IF(NA,NE,0-AND,NV,1E-NV) GO TO 30
0061 IF(NE,NE,0-AND,NV,1E-NV) GO TO 30
0062 GO TO (43,44,45,46),PL
0063 43 I = 01
0064 GO TO 42
0065 44 I = DM
0066 GO TO 42
0067 45 I = DD
0068 GO TO 42
0069 46 I = DM
0070 42 IF(I,1E-0-OR,I-GT,200) GO TO 30
0071 NH(1) = NH(1) + ANZ
0072 NHSUM = NHSUM + ANZ
0073 NEUMS = EUMS
0074 GO TO 30
0075 50 IF(NANZ,LE-0-OR,NANZ,GT,12) GO TO 52
0076 11 = 13 - NANZ
0077 GO TO 53
0078 52 11 = 1
0079 NANZ = 12
0080 53 DO 51 I = 1,12
0081 SY = SY + FLOAT(NY(1))
0082 SXX = SXX + FLOAT(I)*FLOAT(I)
0083 SXY = SXY + FLOAT(I)*FLOAT(NY(1))
0084 SX = SX + FLOAT(I)
0085 51 CONTINUE
0086 SNEB = FLOAT(NANZ)*SXX - SX*SX
0087 A = (SY - SXX * SX) / SNEB
0088 B = (FLOAT(NANZ) * SXY - SX * SY) / SNEB
0089 IF(NANZ.EQ.12) GO TO 54

```


FORTRAN IV MAINPGM DATE 22/09/78 TIME 12.03.38 PAGE 0005

```

0202      IT = IT + 1
0203      GO TC 112
0204      111 IT = 1
0205      IF (M.EQ.12) GO TO 113
0206      M = M + 1
0207      GO TC 112
0208      113 M = 1
0209      J = J + 1
0210      112 NV = 10000 * J + 100 * M + IT
0211      IF (NV.GT.NV1) GO TO 200
0212      RJ = J
0213      RM = M
0214      RT = IT
0215      CALL TAGE (RT,RM,RJ,TNR,WNR,DNR)
0216      ANZ = FLOAT(NV(K))/30.
0217      WRITE(11,6) RT,RM,RJ,ANZ,TNR,WNR,DNR
0218      6 FORMAT('36',16X,312,14X,15,13,212,48X)
0219      PRINT 8,RT,RM,RJ,ANZ
0220      8 FORMAT(1X,12,'-',12,'-',12,3X,10)
0221      IF (L.EQ.30) GO TO 201
0222      L = L + 1
0223      GO TO 110
0224      201 IF (K.EQ.24) GO TC 200
0225      L = 1
0226      K = K + 1
0227      GO TC 110
0228      200 ENC FILE 11
0229      REWIND 11
0230      REWIND 14
0231      STOP
0232      END

```

	FORTRAN IV	TAGE	DATE	22/09/78	TIME	12-09-15	PAGE 0001
0001	C	SUBROUTINE TAGE (IT,IM,IJ,NRTAG,NRWOC,NRDEK)					
	C	DIESES UNTERPROGRAMM ERMITTELT UNTER BERUECKSICHTIGUNG VON					
	C	SCHALTJAHREN DIE TAGESNUMMER, DIE WOCHENUMMER UND DIE DEKADE					
	C	INNERHALB EINES JAHRES UND IST GUELTIG VON 1971 BIS 1990.					
0002		DIMENSION JTAB(24),JADD(20)					
0003		DATA JTAB(0,31,59,90,120,151,181,212,243,273,304,334,0,31,60,91,					
		121,152,182,213,244,274,305,335/,JADD(10,11,6,7,8,9,11,12,6,7,9,					
		210,11,12,7,8,9,10,11,6/					
0004		IF(IT.EQ.31) GO TO 200					
0005		NPDEK = IT - 1					
0006		GO TO 201					
0007		200 NRDEK = IT - 2					
0008		201 NPDEK = 1 + NRDEK/10* (IM-1)* 3					
0009		I2 = IJ/4					
0010		IV1 = I2*4					
0011		IF(IJ.EQ.IV1) GO TO 202					
0012		J = IM					
0013		GO TO 203					
0014		202 J = IM + 12					
0015		203 NRTAG = JTAB(J) + IT					
0016		NRWOC = NRTAG + JADD(IJ-70)					
0017		NRWOC = NRWOC/7					
0018		RETURN					
0019		END					

FURTER IV	MAINPGM	DATE	26/10/78	TIME	11.03.48	PAGE 0002
-----------	---------	------	----------	------	----------	-----------

```

0040 6 FORMATI/, ZAHLUNGSFAELLE *,I9/,*,I*)
0041 STOP
0042 31 IF(ANZ-LE-0) GO TO 32
0043 GO TO(41,42,43,44),PL
0044 41 NVG = TNR
0045 GO TO 50
0046 42 NVG = WNR
0047 GO TO 50
0048 43 NVG = DNR
0049 GO TO 50
0050 44 NVG = RM
0051 50 IF(NSP-EQ-1) GO TO 60
0052 IF(RJ - NVJ) 599,51,61
0053 51 IF(NVG-LE-MNR) GO TO 599
0054 61 IF(RJ-GT-8J) GO TO 599
0055 IF(PJ-EQ-8J-AND-NVG-GT-NRPB) GO TO 599
0056 60 DO 7C I = 1,ANZ
0057 NZ1 = 4093 * NZ1
0058 IF(NZ1-LE-262147) GO TO 71
0059 NZ1 = NZ1 - (NZ1/262147) * 262147
0060 NZU = NZ1 - (NZ1/10000) * 10000
0061 NZU = NZU/10 + 1
0062 DO 7Z K = 1,NANZ
0063 IF(NZU-GT-NHS(K)) GO TO 72
0064 IF(NZU-EG-NANZ)KZ = 1
0065 KK = K
0066 GO TO 74
0067 72 CONTINUE
0068 74 NJEIN = RJ
0069 NREIN = NVG + KK
0070 75 IF(NREIN-LE-NSUB) GO TO 80
0071 NREIN = NREIN - NSUB
0072 NJEIN = NJEIN + 1
0073 GO TO 75
0074 80 IF(NJEIN-VJ) 70,81,82
0075 81 IF(NREIN-LT-NRPV) GO TO 70
0076 GO TO 84
0077 82 IF(NJEIN-SJ) 83,84,70
0078 84 IF(NREIN-GT-NRPS) GO TO 70
0079 83 NREIN = NREIN + (NJEIN - VJ) * NSUB - NRPV + 1
0080 IF(NREIN-LT-1-OR-NREIN-GT-120) GO TO 70
0081 IF(KZ-EQ-1) GO TO 85
0082 NVOR(NREIN) = NVOR(NREIN) + 1
0083 70 KZ = 0
0084 32 IF(NSP-EQ-1) GO TO 30
0085 GO TO 599
0086 85 NAUS = NAUS + 1
0087 GO TO 70
0088 END

```


Lebenslauf

Wirtz, Wolfgang, geboren am 26. Mai 1928 in Essen

Schule/Studium:

1934 bis 1939	Volksschule in Essen
1939 bis 1948	Oberschule bzw. Oberrealschule in Essen, Hinterzarten und Neu- stadt/Schw. Abschluß: Abitur
1948 bis 1955	Universität Freiburg: Mathematik, Volks- und Betriebswirtschaft Abschluß: Diplom-Volkswirt

Beruflicher Werdegang:

1952 bis 1954	Verschiedene Praktika in Wirt- schaftsredaktion, Bank und Indu- strie
1955 bis 1960	Dresdner Bank AG, Freiburg, Angestellter
1960 bis 1965	Sperry UNIVAC Köln, Programmierer und Organisator, ab 1963 Leiter des UNIVAC-Rechenzentrums Köln
1965 bis 1967	Technische Akademie Wuppertal, Dozent und wissenschaftlicher Mitarbeiter
seit 1967	Rhodia AG, Freiburg, Leiter der Datenverarbeitung

Lehrtätigkeit:

- . seit 1963 Seminare und Lehrgänge an verschiedenen Institutionen (u.a. Volkshochschule Köln, Gesellschaft für technische-wissenschaftliche Fortbildung Köln, Technische Akademie Wuppertal und Eßlingen, Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Freiburg) über elektronische Datenverarbeitung, Programmierung, Anwendungen der EDV und Mathematische Methoden

- seit 1970 Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg, Lehrauftrag für elektronische Datenverarbeitung

